



**VITÓRIA DA
SILVA ANTUNES**

**CRIAÇÃO DE ESTABILIDADE NUMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS EM PÓ**



**VITÓRIA DA
SILVA ANTUNES**

**CRIAÇÃO DE ESTABILIDADE NUMA LINHA DE
PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS EM PÓ**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e coorientação da Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este projeto aos meus pais, por todo o esforço e dedicação que investiram em mim.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Jorge Manuel Soares Julião
Professor Auxiliar da Universidade Católica Portuguesa do Porto

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira pela disponibilidade e orientação.

À minha coorientadora Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa pela orientação na concretização deste projeto.

À empresa Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. por me ter proporcionado um estágio onde foi possível aprender e crescer tanto a nível profissional como a nível pessoal.

Ao meu orientador da empresa Engenheiro Luís Angeja, por todo o apoio e ensinamentos.

Um especial agradecimento à Engenheira Sofia Almeida, pelo tempo que investiu em mim, pelo apoio e dedicação.

À minha família pelo apoio ao longo da vida.

Aos meus amigos por toda a ajuda ao longo do meu percurso académico.

palavras-chave

Filosofia Lean, Estabilidade, 5S, *Setup*, *Kanban*, Sistemas Visuais

resumo

Com as constantes mudanças de mercado, as empresas enfrentam cada vez mais obstáculos para se manterem competitivas e inovadoras, para isso procuram formas de sobreviver seguindo filosofias e utilizando ferramentas que permita atingir os seus objetivos. A filosofia *Lean* é uma filosofia seguida por muitas empresas que pretendam criar valor eliminando desperdícios.

O objetivo deste projeto passa pela implementação de ferramentas *Lean* de modo a criar estabilidade no processo produtivo, eliminando desperdícios e criando valor.

Com foco neste objetivo estudou-se as principais fontes de variabilidade no processo produtivo nos 4M's (Máquina, Método, Mão-de-Obra e Material). Após essa análise foram implementadas ações de melhoria como os 5S, criação de sistemas visuais, redução do tempos de *setup* e tempos de espera, introdução de *kanbans* e padronização dos métodos de trabalho. Com a implementação destas medidas foi possível tornar o processo produtivo mais estável e flexível, com capacidade para responder às constantes alterações de mercado.

keywords

Lean philosophy, Stability, 5S, Setup, Kanban, Visual Systems

abstract

With the constant market changes, companies face many obstacles to remain competitive and innovative, so it has to look for ways to survive following philosophies and using tools that will achieve your goals. Lean philosophy is a philosophy followed by many companies intending to create value by eliminating waste.

The goal of this project involves the implementation of Lean tools in order to create stability in the production process, eliminating waste and creating value.

Focusing on the goal was studied the sources of variability in the production process in 4M's (Machine, Method, Hand-to-Work and Machine). After this analysis were implemented improvement actions such as 5S, visual systems, reducing setup times and waiting times, introduction of kanbans and standardization of methods of work. With the implementation of these measures was possible became the production process more stable and flexible, able to respond to constant market changes.

Índice

1.	Introdução	1
2.	Revisão da literatura.....	3
2.1.	<i>Toyota Production System</i>	3
2.2.	Desperdícios.....	5
2.3.	Filosofia <i>Lean</i>	6
2.4.	<i>World Class Manufacturing</i>	7
2.5.	Estabilidade	11
2.6.	Ferramentas <i>Lean</i>	12
2.6.1.	Mapeamento do fluxo de valor (<i>Value Stream Mapping – VSM</i>)	12
2.6.2.	5 Porquês	13
2.6.3.	Relatório A3	13
2.6.4.	Metodologia 5S	13
2.6.5.	Sistemas de Gestão visual	15
2.6.6.	Trabalho padronizado.....	15
2.6.7.	<i>Kanban</i>	15
2.6.8.	SMED.....	16
2.7.	Ferramentas da qualidade.....	17
3.	Caracterização do projeto.....	19
3.1.	Apresentação da empresa	19
3.2.	Processo produtivo da linha de pós	19
3.3.	Organização do projeto	22
3.4.	Diagnóstico da situação atual da linha	24
3.4.1.	Eficácia e eficiência da linha.....	24
3.4.2.	Problemas registrados na linha de Pós.....	27
3.4.3.	Análise dos tempos de <i>setup</i>	29
3.4.4.	Causas-raiz da variabilidade na linha de pós.....	30
3.4.5.	Desenvolvimento do relatório A3	32
3.5.	Atividades desenvolvidas para aumentar a estabilidade na linha.....	35
4.	Resultados finais	57
5.	Conclusões	63
6.	Referências bibliográficas	65
	Anexos.....	67

Índice das figuras

Figura 1 – Casa TPS.....	3
Figura 2 – Templo Weber para ser WCM.....	9
Figura 3 - Esquema 5S	14
Figura 4 - Diagrama de produção da linha de Pós	21
Figura 5 – Organização do projeto	23
Figura 6 - Análise 5 porquês - O Porquê das ensacadoras pararem	29
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa da variabilidade da linha dos Pós.....	31
Figura 8 - VSM linha de pós	33
Figura 9 - Relatório A3 da linha de Pós	34
Figura 10 - Divisão das zonas para realização dos 5S	36
Figura 11 - Exemplo de uma zona dos 5S.....	38
Figura 12 - Quadro de ferramentas	38
Figura 13 – Exemplo de padrão 5S	39
Figura 14 - Definição dos diferentes tipos de paragem.....	41
Figura 15 - Definição das tarefas no Ksmed	43
Figura 16 - Diagrama de Gantt das tarefas.....	44
Figura 17 – Percentagem de tempo despendido por categoria na soma dos 3 setups	44
Figura 18 - Percentagem de tempo despendido por categoria na soma dos 3 setups nos 3 diferentes cenários	46
Figura 19 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do dosificador	47
Figura 20 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do ensacador	47
Figura 21 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do fim de linha.....	48
Figura 22 – Kanban da produção (frente e verso)	50
Figura 23 - Quadro da Sala de Pós	50
Figura 24 – Quadro do posto do dosificador.....	51
Figura 25 - Preparação das matérias-primas	51
Figura 26 - Kanban no Quadro na sala de pós	52
Figura 27 - Kanban das matérias-primas armazenadas na torre.....	52
Figura 28 - Palete de matéria-prima com kanban.....	53
Figura 29 - Quadro de Kanban dentro do elevador	53
Figura 30 - Kanban das matérias-primas armazenadas no rés-do-chão	54
Figura 31 - Quadro do dosificador	54

Índice das tabelas

Tabela 1 - Diferenças teóricas entre a filosofia Lean e WCM	10
Tabela 2 - Diferentes etiquetas utilizadas nos 5S	36
Tabela 3 – Padrões de pintura	37
Tabela 4 - Percentagem de tempo gasto por cada operador nas diferentes categorias	45
Tabela 5 - Diminuição das paragens por " espera de mistura"	55
Tabela 6 - Tipo de limpeza do misturador	56
Tabela 7 – Simulação de um mês antes e depois das melhorias	60

Índice dos gráficos

Gráfico 1 - Eficácia Anual da Linha de Pós	25
Gráfico 2 – Eficácia mensal da 2014 da Linha de Pós	25
Gráfico 3- Eficiência anual da Linha de pós	26
Gráfico 4 – Eficiência mensal de 2014 da Linha de Pós	27
Gráfico 5 - Número de problemas registados no segundo semestre de 2014.....	28
Gráfico 6 - Tempos de Setup de Setembro a Dezembro de 2014	30
Gráfico 7 – Eficácia Anual após a implementação das melhorias	57
Gráfico 8 – Eficácia mensal após a implementação de melhorias	57
Gráfico 9 - Eficiência anual após a implementação das melhorias	58
Gráfico 10 - Eficiência mensal após a implementação das melhorias	58
Gráfico 11 - Intervalo de tempos de Setup de Janeiro a Março de 2015.....	59
Gráfico 12 - Intervalo de tempos de Setup de Abril a Maio de 2015.....	60

1. Introdução

Ao longo dos anos o mercado global tem sofrido grandes alterações, a tendência atual dos negócios reflete a necessidade de responder às exigências do mercado, assim como alterar as estruturas necessárias de modo a manter a competitividade. O mercado exige uma grande variedade de produtos, com ciclos de vida muito reduzidos. Para enfrentar estes desafios as empresas tem que ser cada vez mais inovadoras, flexíveis e rápidas a dar resposta, para isso é necessário reduzir o *lead time* da produção, os tempos de transporte, os tempos de *setup* e o tamanho dos lotes (Suzaki, 2010).

Com esse intuito as empresas procuram adotar filosofias e implementar ferramentas que permitam alcançar esses objetivos, de modo a entregar ao cliente produtos de qualidade ao menor preço possível e quando este o pretenda. A filosofia *Lean*, por exemplo, é uma filosofia seguida por muitas empresas com o intuito de eliminar desperdícios e criar valor para o cliente. Por outro lado, existe uma grande variedade de produtos e a procura dos mesmos pode sofrer grandes variações ao longo do tempo, para que estas variações não afetem a produção, as empresas tem de procurar estabilizar os seus processos, de forma a torná-los flexíveis para que a produção consiga responder às variações de mercado sem que ocorram problemas de qualidade ou de processo.

Com o propósito de tornar os processos estáveis surgiu a oportunidade de desenvolver o presente projeto na empresa Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. uma empresa de argamassas industriais. Para o projeto apresentado foi selecionada a linha de produção de argamassas em pó. Apesar de a empresa possuir duas linhas de produção, a linha de pós e a linha de pastas, a linha de pós foi a que apresentou mais problemas sendo a que necessitava de mais melhorias. Para isso pretende-se estudar os problemas da linha e procurar soluções nos 4M's (Mão de Obra, Máquina, Método e Material).

O projeto tem como principal objetivo criar estabilidade no fluxo de valor na linha de produção, procurando diminuir a variabilidade e aumentando a flexibilidade. Para criar estabilidade, pretende-se padronizar métodos de trabalho, reduzir as paragens durante a produção, reduzir os tempos de *setup* e otimizar os processos. Este projeto enquadra-se na filosofia seguida pela empresa, *World Class Manufacturing*, implementado segundo a filosofia *Lean*.

A metodologia utilizada para este projeto passa por uma revisão de literatura e por trabalho de campo na empresa anteriormente citada. A revisão bibliográfica terá por base os temas *Toyota Production System*, Filosofia *Lean*, *World Class Manufacturing*, estabilidade nos processos e ferramentas *Lean*. Em paralelo realizou-se um trabalho de campo, em que foram recolhidos e estudados dados da linha de produção. A partir destes foi definido o contexto atual da empresa,

identificados os seus problemas e as respetivas causas, utilizando ferramentas como estratificação, 5 Porquês e Diagrama de *Ishikawa*. Analisados os problemas desenvolveu-se um relatório A3 com propostas de melhorias para realizar ao longo do projeto. Após a implementação das ações de melhoria, os resultados foram analisados e as conclusões tiradas.

Este projeto encontra-se dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo consiste numa introdução ao projeto, onde é explicado a essência deste, assim como os seus objetivos e a metodologia utilizada. O segundo capítulo apresenta uma revisão de literatura dos principais temas abordados no projeto, tendo foco em *World Class Manufacturing*, *Toyota Production System*, Filosofia *Lean*, estabilidade nos processos e ferramentas *Lean*, de forma a facilitar a compreensão da implementação prática que se realizou na empresa. O terceiro capítulo explica o funcionamento da linha de pós, assim como demonstra o estudo do estado atual da linha e quais as ações de melhoria implementadas. No quarto capítulo são apresentados os resultados após a implementação das melhorias e no quinto capítulo apresentam-se as principais conclusões do projeto.

2. Revisão da literatura

2.1. *Toyota Production System*

As empresas vivem cada vez mais num ambiente de instabilidade e incerteza, deparando constantemente com novos desafios e rápidas alterações de mercado. Com o intuito de dar resposta a estes desafios as empresas baseiam-se em filosofias como o sistema de fabricação japonesa *Toyota Production System* (TPS). Este é um sistema de produção de referência para muitas empresas, que surgiu depois da II Guerra Mundial quando o Japão precisava de reconstruir o país e dar respostas às necessidades de mercado com os poucos recursos que tinha disponíveis. O *Toyota Production System* utiliza ferramentas juntamente com uma filosofia empresarial baseada na compreensão de pessoas e motivação humana para atingir o sucesso (Liker, 2004). O principal objetivo do TPS é aumentar a eficiência da produção de forma consistente, eliminando desperdícios (Ohno, 1988). É um sistema de produção em que todas as partes contribuem como um todo, e é frequentemente representado pela “Casa TPS” (figura 1).

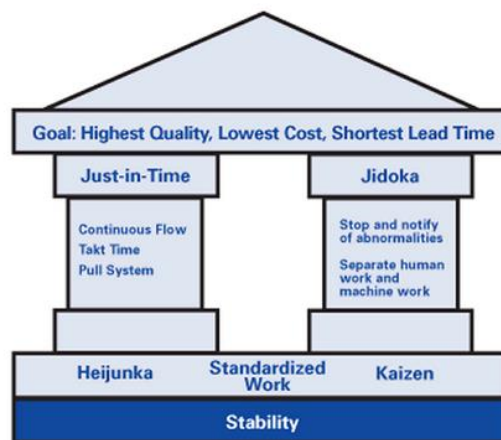


Figura 1 – Casa TPS
(Fonte: www.blog.br.kaizen.com)

A casa TPS representa uma filosofia de pensamento a longo prazo para atingir os objetivos de alta qualidade, baixo custo e *lead time* reduzidos. Para os alcançar é necessário trabalhar desde a base criando estabilidade através da nivelação da produção (*Heijunka*), padronização de processos e melhoria contínua (*Kaizen*). Contudo os dois grandes pilares da casa TPS são o *Just-in-Time* e o sistema *Jidoka*. *Just-in-time* significa produzir os artigos necessários, apenas quando solicitados, na quantidade necessária, com o custo mínimo, em todas as fases do processo produtivo” (Liker, 2004). O sistema *Jidoka* (ou automação) consiste em conceder às máquinas a capacidade de julgamento

autônomo, não deixando passar defeitos para a estação seguinte, permitindo que não seja necessário uma pessoa vigiar o processo, que é um desperdício de tempo e é uma atividade que não gerar valor. (Suzaki, 2010)

De acordo com Liker (2004) a cultura TPS pode ser explicada pelo modelo 4P (*Philosophy, People, Problem solving e Process*) e pelos seus 14 princípios:

I – Filosofia da Organização

- 1 – As decisões devem ser tomadas com um pensamento a longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros de curto prazo

II – O processo correto irá produzir os resultados certos

- 2 – Criação de um processo de fluxo contínuo de modo a tornar os problemas visíveis
- 3 – Evitar a produção em excesso utilizando os sistemas Pull
- 4 – Nivelção a carga de trabalho
- 5 - Construção de uma cultura de paragem de produção quando surge um problema, para obter qualidade desde a primeira tentativa
- 6 – Processos padronizados são a base da melhoria continua e do fortalecimento das pessoas
- 7 – Utilização de controlos visuais de modo a destacar os problemas
- 8 – Utilizar tecnologia fiável e testada que suporte as pessoas e os processos

III - Acrescentar valor à organização através do desenvolvimento de pessoas e parceiros

- 9 – Facilitar o desenvolvimento dos líderes que conheçam o trabalho e que o ensinem a outros.
- 10 – Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da empresa
- 11 – Respeitar parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar

IV – Resolução de problemas de forma contínua conduzindo à aprendizagem da organização

- 12 - Ir à fonte ver e compreender verdadeiramente a situação (*Genchi Genbutsu*)
- 13 – Tomar decisões consensuais considerando a opinião de todos e implementá-las rapidamente

14 – Fomentar a criação de uma *learning organization* através de reflexão profunda (*Hansei*) e da melhoria contínua (*Kaizen*)

2.2. Desperdícios

Um dos objetivos do *Toyota Production System* é a eliminação de desperdícios, sendo estes qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor (Womack e Jones, 2003). Os desperdícios podem ser identificados em três grandes grupos: *Muri*, *Mura*, *Muda*. No entanto o foco da maioria das empresas é na eliminação do *Muda*. Segundo Liker (2004) estes três desperdícios são definidos da seguinte forma:

Muri – Sobrecarga de equipamentos ou de pessoas: consiste em impulsionar a máquina ou a pessoa até aos limites. Sobrecarregar as pessoas resulta em problemas de segurança e de qualidade, enquanto, que a sobrecarregar as máquinas resulta em avarias e defeitos nos produtos.

Mura – Falta de regularidade numa operação, ou seja, o ritmo de trabalho é irregular fazendo com que os operadores tenham picos de trabalho intenso assim como momentos de espera. Este problema gera desigualdade nos níveis de produção, e para o combater será necessário ter o equipamento, materiais e as pessoas ao mais alto nível assim como procurar nivelar a produção.

Muda – Valor não agregado: é o mais familiar dos 3 grupos de desperdícios, e inclui os 7 tipos de desperdícios identificados pela primeira vez por Ohno no livro *Toyota Production System* (1988) - produção em excesso, espera, transportes, processos inadequados, *stock*, defeitos e movimentação desnecessária – que não acrescentam valor ao produto.

Como referido Ohno (1988) identificou 7 tipos de desperdícios, os quais representam atividades desnecessárias e que não acrescentam valor para o cliente. São atividades que apenas aumentam o custo e o prazo de entrega de produtos.

Produção em excesso – produzir mais do que as quantidades solicitadas pelo mercado. É considerado o pior dos desperdícios porque origina todos os outros. De modo a evitar este desperdício as empresas devem optar por uma produção *Just-in-time*.

Espera – Tempo em que pessoas ou máquinas esperam por algo, por exemplo espera do passo seguinte do processamento ou espera de material.

Transportes – Manuseamento excessivo de materiais ou peças que são movidos de um local para outros, várias vezes, através de tapetes, empilhadores, carros, entre outros. O desperdício do transporte pode ser minimizado pela otimização da sequência de operações e do *layout* da fábrica (Nicholas, 1998).

Processos inadequados – Perdas por os processos serem ineficientes ou desnecessários para o produto, ou devido às ferramentas não serem as mais indicadas ou até ao próprio *design* do produto.

Stock – O excesso de *stock* pode incluir excesso de matérias-primas, *WIP* (*work-in-process*) ou produto acabado, podendo originar produtos obsoletos, custo de armazenagem e de transporte. O excesso de *stock* pode esconder problemas como desequilíbrios na produção, entregas tardias por parte dos fornecedores, defeitos, tempo de inatividade e longos tempos de *setup* (Liker, 2004).

Defeitos – Quando existe produção de peças defeituosas num posto, gera-se espera para os postos seguintes e consequentemente aumentos de custos e de *lead time*, sendo que posteriormente a peça tem de ser retrabalhada ou o seu destino será a sucata (Suzaki, 2010).

Movimentação desnecessária – Tempo desperdiçado por deslocações do operador durante o trabalho, por exemplo, deslocações desnecessárias devido ao mau *layout* do processo, ou à procura de materiais, ferramentas ou informações por falta de organização e de sistemas visuais.

Liker (2004) identifica ainda um oitavo desperdício, a não utilização da criatividade das pessoas, fazendo com que se perca tempo, ideias, competências, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não se envolver e ouvir as pessoas.

2.3. Filosofia *Lean*

Na origem da filosofia *Lean* encontra-se o *Toyota Production System*. Considera-se que a filosofia *Lean* é o TPS adaptado a outras empresas que não a *Toyota*, assim com o intuito de reduzir desperdícios e criar valor para o cliente, muitas empresas adoptam a filosofia *Lean* para otimizar os seus processos. Este conceito surgiu pela primeira vez no livro “*The Machine that Changed the World*” de Womack em 1990, sendo mais tarde desenvolvido para *Lean Thinking*.

A filosofia *Lean* é utilizada pelas mais variadas indústrias e serviços com o objetivo de melhorar a satisfação dos clientes procurando organizar e otimizar a utilização dos recursos. O conceito *Lean Thinking* surgiu com os autores Womack e Jones (2003) no livro “*Lean Thinking*” no qual estes

descrevem o conceito como sendo uma forma de especificar valor, alinhando da melhor forma a sequência de ações que criam valor, realizando essas ações sem interrupção sempre que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz, fazendo cada vez mais com cada vez menos – menos esforço humano, menos tempo e menos recursos, aproximando-se de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

Os mesmos autores definiram que existem 5 princípios básicos para a implementação do *Lean Thinking*:

-Definir Valor: o valor é definido pelo cliente final, é uma realidade concreta que corresponde às suas necessidades na procura de um produto específico, num determinado momento a um determinado preço, evitando assim a formação de desperdícios.

-Definir Fluxo de Valor: todas as etapas pelas quais um determinado produto passa desde o seu planeamento, produção até à entrega ao cliente analisando se todas as etapas são necessárias, e quais podem ser eliminadas de maneira ao produto fluir mais depressa.

-Criar Fluxo: Permitir que as etapas verificadas como necessárias no fluxo de valor flutuem da melhor maneira sem criar desperdícios.

-Pull (puxar): o cliente é quem “puxa” a produção, apenas se vai produzir o que o cliente deseja quando este pretender.

-Perfeição: Procura constante da eliminação de desperdícios e de melhorias que criem valor.

2.4. *World Class Manufacturing*

Com as constantes alterações de mercado as tradicionais abordagens de produção não são suficientes para sobreviver no mundo dos negócios, o ambiente competitivo que se verifica faz com que as empresas aumentem o interesse em *World Class Manufacturing* (WCM), como forma de proporcionar vantagens competitivas no mercado (Dogan, 2013). Este conceito surgiu pela primeira vez com os autores Hayes and Wheelwright em 1984. Em 1986, Schonberger desenvolveu o conceito WCM, definindo-o da seguinte forma:

“WCM does not employ bottom-up or top-down management. It employs blended management.”

“WCM Management is not merely arranging resources in order to produce goods and services. It is marshaling resources for continual and rapid improvement.”

O autor pretende que com o WCM exista uma gestão que envolva todas as pessoas da organização desde os operadores até aos gestores de topo. Pretende ainda que se reúnam os recursos necessários para alcançar uma rápida e contínua melhoria, tendo em consideração o desenvolvimento das relações com os fornecedores, o *design* do produto e a produção *Just-in-time* (JIT), procurando diminuir os defeitos e a redução do *lead time* (intervalo de tempo decorrido entre o início e o fim de uma determinada atividade).

As práticas de gestão de operações de WCM são baseadas em conceitos como o Toyota *Production System* (TPS), *Just-in-time* (JIT), *Total Quality Control* (TQC), *Total Productive Maintenance* (TPM), *Total Industrial Engineering* (TIE) e *Six Sigma* (Schonberger, 1986; Silva, Kovalski, Gaia, Garcia, & Júnior, 2013; Chiarini & Vagnoni, 2015).

Nos anos 90 a filosofia WCM começou a desaparecer dando lugar à filosofia *Lean*, no entanto a partir dos anos 2000 algumas empresas, renovaram e a reinventar o conceito WCM. A Fiat, por exemplo, desenvolveu 10 pilares para se tornar WCM (Silva, Kovalski, Gaia, Garcia, & Júnior, 2013):

1. **Segurança e saúde:** eliminação de acidentes;
2. **Desdobramento de custos:** identificar problemas que aumentem custos;
3. **Foco na melhoria:** desenvolver o conhecimento, para reduzir custos através de métodos adequados;
4. **Atividades autónomas:** trabalhadores realizarem atividades autónomas;
5. **Manutenção profissional dos equipamentos**
6. **Controlo da qualidade:** objetivo de zero defeitos
7. **Logística:** logística como base de fundamentos em *Just-In-Time*, *Kanban*, entre outros, com o objetivo de satisfazer os clientes;
8. **Gestão preventiva do equipamento**
9. **Desenvolvimento de pessoas:** criação de uma cultura de resultados por disciplina e formação dos trabalhadores.
10. **Meio ambiente:** preocupação com a prevenção da poluição ambiental

Assim como a Fiat também a Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. desenvolveu o seu templo que mostra a estratégia do grupo para se tornar *World Class Manufacturing* (Figura 2). Com o intuito de atingir os objetivos de excelência operacional e satisfação do cliente, é fundamental que a empresa tenha uma sólida base que sustente toda a estrutura, esta é realizada através da implementação da filosofia *Lean*. Essa base é composta pela Padronização, 5S, Autonomia, Gestão Visual, Foco na

Melhoria e no Envolvimento das Pessoas. Apenas com uma sólida base é possível desenvolver os pilares WCM:

1. Saúde e segurança
2. Meio ambiente e prevenção de riscos
3. Confiabilidade
4. Eficiência industrial
5. Qualidade e controle de processos
6. Foco no cliente e serviços
7. Desenvolvimento de pessoas
8. Inovação, desenvolvimento e crescimento



Figura 2 – Templo Weber para ser WCM

Para atingir os objetivos globais da empresa é necessário que todos os departamentos estejam alinhados para contruir uma sólida base e pilares vigorosos, sendo que para cada pilar deve existir um KPI (*Key Performance Indicator*) de modo a estabelecer metas que permitam controlá-los e melhorá-los.

Após esta análise verifica-se que existe uma forte ligação entre a filosofia *Lean* e o WCM. Os autores Chiarini & Vagnoni (2015) procuraram diferenciar estas filosofias, começando por identificar quatro dimensões: gestão estratégica, gestão contabilística, operações e sistema de medição de desempenho. A tabela 1 mostra as principais diferenças e semelhanças entre estas filosofias nas quatro diferentes dimensões.

Tabela 1 - Diferenças teóricas entre a filosofia *Lean* e WCM

<i>Lean</i>	WCM
<u>Gestão estratégica</u>	
A estratégia é a redução de desperdícios.	A estratégia é na qualidade e na economia de custos.
Gestão estratégica focada na gestão de operações e processos transacionais.	Segurança em WCM está em primeiro lugar e é integrada também na estratégia.
<i>Hoshin Kansi</i> é a ferramenta utilizada para o desenvolvimento e implementação de estratégias.	Ferramentas para desenvolver e implementar estratégias não estão muito envolvidas
	O WCM é integrado no plano de negócios e cada pilar tem o seu KPI.
<u>Contabilidade de gestão</u>	
Contabilidade de gestão simplificada, baseada na contabilidade de fluxo de valor.	Foco na redução de custos, não tendo um sistema de contabilidade preferencial.
TPS (<i>Toyota Production System</i>) – <i>Lean</i> pode funcionar com uma análise ABC integrada com contabilidade de gestão oficial, por meio de um ERP (<i>Enterprise Resource Planning</i>)	Tanto a contabilidade como a produção estão conjuntamente envolvidas na contabilidade de gestão.
<u>Operações</u>	
Gestão participativa e fortalecimento das pessoas.	Gestão participativa e fortalecimento das pessoas.
São utilizadas técnicas e ferramentas japonesas para gerir as operações, existe falta de ferramentas para o <i>design</i> e a engenharia.	São utilizadas técnicas e ferramentas japonesas personalizados para gerir as operações e processos do projeto.
As melhores práticas são desenvolvidas e partilhadas com os trabalhadores.	As melhores práticas são desenvolvidas e partilhadas, incluindo a gestão de segurança e o meio ambiente
<u>Sistema de medição de desempenho</u>	
Sistema de medição de desempenho em diferentes níveis, incluindo a gestão feita pelos operadores no dia – a – dia.	Sistema de medição de desempenho em diferentes níveis, incluindo a gestão feita pelos operadores no dia – a – dia.
Não há necessidade de auditoria ou controlos	Sistema de medição de desempenho com base em auditorias e controlo formal.
	<i>Benchmarking</i> interno e externo.

Os mesmos autores afirmam que os principais fatores que distinguem o WCM do *Lean* são os fatores da segurança, de qualidade e da gestão de energia por serem fulcrais para a gestão estratégica do WCM.

As empresas *World Class Manufacturing* são empresas que exercem as melhores práticas na sua indústria, conhecem os seus pontos fortes e fracos, os seus clientes, fornecedores e o desempenho dos seus concorrentes (Dogan, 2013).

2.5. Estabilidade

O primeiro passo para a criação de processos *Lean* é ter processos estáveis, sendo que a estabilidade é a competência de produzir resultados consistentes numa percentagem mínima de tempo (Liker e Meier, 2006).

A estabilidade apenas se consegue com a minimização da variabilidade. A variabilidade é representada por um valor que se desvia do valor alvo ou padrão. No processo de fabricação são acontecimentos inesperados que geram a variabilidade nomeadamente as competências e as motivações dos trabalhadores, as máquinas e os processos, os tamanhos dos lotes, os tempos de ciclo e de *setup*, entre outros. (Nicholas, 1998)

A variabilidade pode estar presente em diferentes formas e pode ser proveniente de muitas fontes. A instabilidade é o resultado da variabilidade num determinado processo. Liker e Meier (2006) identificaram indicadores que mostram quando um processo se encontra instável:

- Grau elevado de variação nos indicadores de medição
- Alterar o “plano” de produção sempre que ocorre um problema
- Quando não é possível verificar métodos ou padrões de trabalho
- Quando existe muito material em processo (WIP – *Work In Process*)
- Quando o fluxo de trabalho é inconsistente ou inexistente

Jayaram, Das e Nicolae (2010) dividiram as fontes de variabilidade em diferentes categorias:

- **Material:** Problemas de qualidade no fornecedor; de *design* do produto e de *design* do processo.
- **Mão-de-Obra:** Fadiga, a falta de formação e falta de motivação.
- **Método:** Excesso de passos nos processos, demasiadas transferências, devido à complexidade dos procedimentos e devido a métodos inseguros.

- **Máquina:** Calibração incorreta, falha na manutenção preventiva, excesso de trabalho nas máquinas, o equipamento ser antigo.
- **Outros fatores:** Ambiente (muitas mudanças de tempo, ruído, poluição)

Liker e Meier (2006) identificam como o objetivo principal da estabilidade a criação de consistência nos processos, eliminando atividades aleatórias e estabelecendo condições para a melhoria contínua. A estabilização dos processos permite que a produção tenha uma maior flexibilidade e capacidade.

Um sistema flexível é um sistema capaz de lidar com um *mix* de produtos diariamente e com as suas alterações, conseguindo manter o equilíbrio independentemente das vendas. Tempos de *setup* e de *lead time* elevados, contribuem negativamente para a flexibilidade do sistema (Stevenson, 2005). A forte concorrência e as constantes exigências dos clientes, implica que as empresas tenham os seus processos produtivos estáveis, operando com o mínimo de variabilidade. (Pereira e Requeijo, 2008).

2.6. Ferramentas *Lean*

2.6.1. Mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping* – VSM)

Rother e Shook (2009) começam por descrever fluxo de valor como todos os processos pelos quais passa o produto, que acrescentem valor ou não. O fluxo de valor da produção de um produto pode ser considerado desde as matérias-primas até consumidor. Os autores explicam que o mapeamento de fluxo de valor pretende representar todos os processos pelos quais flui o material e a informação e deve ser feito de trás para a frente, do consumidor até ao fornecedor, sendo que o objetivo passa por identificar os processos de valor e as fontes de desperdício.

Com a utilização do mapeamento do fluxo de valor pretende-se analisar e reorganizar processos de modo a otimizá-los. Os autores Schmidtke, Heiser e Hinrichsen (2014) identificaram quatro fases para desenvolver o VSM:

1º Selecionar uma família de produtos: estes devem ter processos semelhantes

2º Mapeamento do estado atual: desenhar e analisar o processo atual, identificando oportunidades de melhoria

3º Mapeamento do estado futuro: reformular o processo com base nos objetivos pretendidos e procurar eliminar tarefas que não acrescentem valor

4º Definir medidas para atingir o estado futuro: identificar e implementar medidas para atingir os objetivos pretendidos

O VSM consiste em desenhar o estado atual de um processo, identificando os desperdícios, as atividades que não acrescentam valor, o *lead time* e os níveis de *stock*. Após definidas estas métricas um estado futuro é desenhado procurando reduzir e se possível eliminar os desperdícios assim como as atividades que não acrescentam valor, bem como diminuir o *lead time* e os níveis de *stocks*.

2.6.2. 5 Porquês

A ferramenta 5 porquês é uma ferramenta utilizada para perceber quais as causas raízes de um determinado problema. O que acontece em muitas empresas ao procurar a causa de um problema é que em vez de se identificar a real causa identifica-se sintomas.

Por vezes ao analisar um problema não se chega à causa raiz, pelo que Ohno (1988) sugere que se pergunte cinco vezes porquê. Respondendo de cada vez, torna-se possível chegar à verdadeira causa do problema, que está escondida atrás de sintomas mais evidentes. Da análise dos 5 Porquês resultam geralmente ações corretivas profundas, assim como ações preventivas. Esta ferramenta reduz ainda os defeitos, podendo mesmo eliminá-los.

2.6.3. Relatório A3

O relatório A3 contém as informações mais importantes de um processo nomeadamente os problemas e as decisões tomadas para os resolver (Liker e Meier, 2006). O relatório tem este nome por ser escrito numa folha de tamanho A3. Inicia-se com a definição de um tema, que é geralmente um problema que necessita de ser abordado. Definido o problema é desenhado o seu estado atual, através de VSM, gráficos, diagramas, entre outros. Devem-se entender quais as causas raiz do problema demonstrado no estado atual, analisando o que pode ser melhorado e desenvolvendo contramedidas. Com as contramedidas em mente é desenhado o estado futuro e um plano de implementação das mesmas (Sobek & Jimmerson, 2004).

2.6.4. Metodologia 5S

A ferramenta 5S é composta por vários passos e tem como objetivo a eliminação de resíduos que possam contribuir para erros, defeitos ou lesões. Com esta ferramenta é possível visualizar onde se encontram os principais problemas e se os 5Ss forem bem seguidos podem ser utilizados como processo de controlo visual (Liker, 2004).

Os 5S correspondem à primeira letra de cinco palavras japonesas: *Seiri* (Organização), *Seiton* (Arrumação), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Padronização), *Shitsuke* (Autodisciplina) (figura 3).

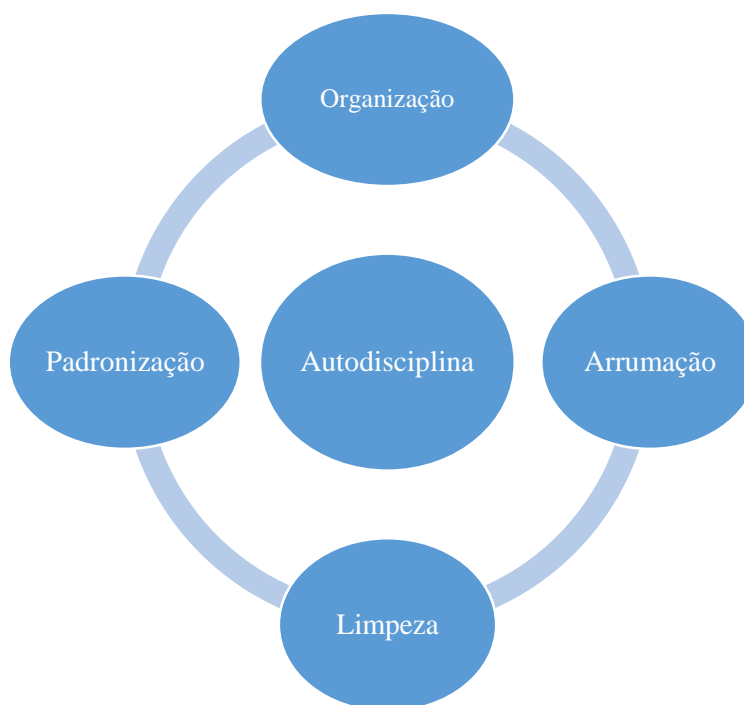


Figura 3 - Esquema 5S

Liker (2004) detalha cada uma das cinco etapas para implementar a ferramenta:

1. **Organização** – Manter apenas os itens necessários na quantidade necessária e eliminar os itens inúteis da respectiva zona de trabalho.
2. **Arrumação** – Definir um local para cada item e identificá-lo de modo que todos os operadores o encontrem rapidamente. Os itens utilizados com mais frequência devem encontrar-se próximos do operador de modo a evitar movimentações desnecessárias.
3. **Limpeza** – Manter os postos de trabalho limpos tornando-se mais fácil e agradável trabalhar no posto de trabalho. A limpeza pode ser considerada uma forma de inspeção que expõe condições anormais ou falhas, que podem prejudicar o processo ou até mesmo o produto.
4. **Padronização** – Devem ser criadas regras e sistemas de padronização dos locais dos itens e dos procedimentos de limpeza de modo a que sejam mantidos os primeiros 3S
5. **Autodisciplina** – Os operadores devem interiorizar como manter os Ss anteriores existindo a verificação por exemplo através de *checklist* ou outros indicadores. Um local de trabalho estabilizado é um permanente processo de melhoria contínua.

O quinto S é a disciplina e é o mais difícil de manter, no entanto, é o que assegura que os 5S anteriores são cumpridos. Sem disciplina é provável que se volte ao estado inicial.

2.6.5. Sistemas de Gestão visual

Gestão visual é um sistema que permite que todas as pessoas numa organização visualizem rapidamente o que se passa num determinado processo sem ser necessário perguntar a ninguém. A gestão visual permite que haja um controlo de algo, é considerado como qualquer dispositivo de comunicação usado no ambiente de trabalho em que com apenas um olhar é possível verificar como está a ser realizado e se se está a desviar do padrão (Liker, 2004). Os sistemas visuais podem aparecer de diferentes formas por exemplo podem ser sinais luminosos ou sonoros, marcas no chão, *Kanbans*, *Heijunka Box*, gráficos, diagramas, entre outros.

2.6.6. Trabalho padronizado

De acordo com Suzaki (2010) “O *standard work* é numa ferramenta que permite alcançar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício”. O trabalho padronizado consiste em procedimentos operacionais onde são definidos os aspetos de uma determinada tarefa ou de um determinado processo (Nicholas, 1998). A padronização do trabalho torna-o muito mais fácil, mais barato e mais rápido de coordenar, tornando-se simples identificar resíduos ou defeitos em peças (Liker, 2004).

Com a utilização desta abordagem pretende-se os operadores realizem as mesmas tarefas da forma mais idêntica possível, sendo necessário utilizar instruções de trabalho e sistemas visuais permitindo uniformizar as ações. Contudo apenas a padronização do método de trabalho não é suficiente, é importante padronizar também ferramentas e peças de modo a tornar os *setups* mais rápidos e a diminuir problemas nos processos. A falta de padronização de ferramentas, métodos e peças, são inimigos da qualidade e geram obstáculos à remoção de processos gargalo (Schonberger, 1986).

2.6.7. Kanban

Como referido anteriormente o *kanban* é utilizado como sistema de gestão visual. A palavra japonesa *kanban* significa “cartão” ou “sinal” e tem como objetivo “puxar” o fluxo permitindo gerir

a produção *Just-in-time*, que é o primeiro pilar do *Toyota Production System* (Liker, 2004; Ohno, 1988).

O *kanban* é um sinal e consequentemente uma autorização para produzir, ou para mover um contentor de material ou para mover peças (Nicholas, 1998). Vulgarmente são representados por cartões que podem conter diversas informações consoante o seu objetivo, geralmente identificam a referência da peça, a quantidade, origem e destino (Suzaki, 1987). O *kanban* é um sistema que determina as quantidades de produção e é essencial para mover os materiais, funcionando como um sistema de informação que conecta todos os processos assim como conecta todo o fluxo de valor (The Productivity Press Development Team, 2002).

2.6.8. SMED

Com o mercado a exigir lotes de produção cada vez mais pequenos e em menores quantidades, o número de *setups* aumentou consideravelmente. *Setup* é uma atividade que não acrescenta valor, e por essa razão as empresas procuram reduzir tanto o número de *setups* como o seu tempo.

O tempo de *setup* é o tempo dispensado na preparação para realizar um determinado trabalho, mais concretamente é o tempo decorrido entre a produção da última unidade de um lote e a produção da primeira boa unidade do lote seguinte (Nicholas 1993).

A ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida por Shigeo Shingo em 1985. Com ela o autor pretende mostrar que é possível reduzir radicalmente os tempos de *setup*. Nicholas em 1998 aprofundou e desenvolveu a metodologia SMED identificando quadro passos fundamentais:

1º Identificar atividades internas e externas: atividades internas (realizadas com a máquina parada) de atividades externas (realizadas com a máquina em funcionamento)

2º Converter atividades internas em externas: procurar realizar atividades que usualmente se realizam com a máquina parada, com a máquina em funcionamento

3º Melhorar as operações de *setup*: Procurar reduzir o tempo de *setup* simplificando e padronizando procedimentos.

4º Excluir atividades de *setup* – reduzir ou eliminar diferenças entre peças, fazer vários tipos de peças em uma única etapa e dedicar máquinas a fazer apenas um tipo de peça.

Para aplicar esta ferramenta é essencial a colaboração de todas as diferentes áreas intervenientes no processo, conjugando diferentes conhecimentos que podem ajudar a reduzir o tempo de *setup*.

2.7. Ferramentas da qualidade

Na realização do projeto foram utilizadas duas ferramentas da qualidade para estudar quais os principais problemas da linha de produção. As ferramentas foram a Estratificação e o Diagrama de *Ishikawa*.

Após uma análise dos problemas frequentes registados pelos operadores utilizou-se ferramenta da Estratificação de modo a permitir visualizar qual a frequência dos acontecimentos. Esta ferramenta é utilizada quando os dados são provenientes de diferentes fontes, por exemplo, turnos, dias da semana, fornecedores, grupos da população.

O Diagrama de *Ishikawa*, também conhecido por diagrama causa-e-efeito e diagrama espinha-de-peixe, é utilizado para graficamente relacionar os problemas e as suas causas. Inicialmente é necessário definir claramente o problema e só depois identificar as causas desse mesmo (Pereira e Requeijo, 2008). Esta ferramenta no projeto foi utilizada para expor quais as causas raiz dos principais problemas da variabilidade na linha.

3. Caracterização do projeto

3.1. Apresentação da empresa

A empresa Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. situa-se na Zona Industrial da Taboeira em Aveiro. Atualmente o grupo conta com três centros de produção em Portugal, dois centros de argamassas industriais (em Aveiro e Carregado) e um centro de produção de argila expandida (em Avelar). O grupo comercializa soluções de isolamento térmico para fachadas e exteriores, soluções para colagem de cerâmica e pedra natural, soluções para pavimentos, soluções de argamassas técnicas, soluções para paredes interiores, soluções para alvenaria, argila expandida, agregados e blocos leves, sendo que o centro de Aveiro produz os cinco primeiros tipos de soluções. Atualmente o grupo está presente em 49 países, contando com 10.000 colaboradores e 10 centros de desenvolvimento. Em Portugal a Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. tem aproximadamente 173 colaboradores.

Os compromissos da Saint-Gobain Weber são a sua proximidade com os seus clientes, as ofertas inovadoras de soluções e serviços e a preocupação ambiental.

Atualmente o grupo Weber é líder mundial no desenvolvimento de argamassas industriais para o mercado da construção e renovação, sendo sua missão é “proporcionar aos profissionais de construção soluções que tornem o seu trabalho mais fácil, mais económico e mais seguro.”

Como referido o estágio realizou-se na Saint-Gobain Weber em Aveiro, na área da produção. A empresa conta com duas linhas de produção, uma de produção de argamassas em pastas e outra de argamassas em pó. O departamento da produção é responsável por todas as fases da produção de argamassas industriais, com a exceção do controlo de qualidade que é realizado pelo laboratório interno da empresa. É ainda responsável pela encomenda de matérias-primas e de embalagens, e de garantir que o seu cliente interno (a expedição) não tenha rutura de *stock*. Apenas é possível garantir que esta situação não aconteça se a produção estiver estabilizada, no entanto, no início do projeto este cenário não se verifica, a linha não está a atingir estavelmente os objetivos definidos pela empresa, o que leva à criação de desperdícios.

3.2. Processo produtivo da linha de pós

Existe uma vasta gama de argamassas que podem ser produzidas na linha de pós, pelo que é necessário uma grande variedade de matérias-primas, os quais se podem diferenciar em dois tipos: as maioritárias - que são armazenadas em silos - e as minoritárias - que são armazenadas numa zona junto à linha. As matérias-primas minoritárias são colocadas em tolvas (semelhantes a silos mas de

menor capacidade) ou são utilizadas para dosificação manual (operador pesa algumas matérias-primas manualmente numa balança). As tolvas separam-se em dois grupos as fixas e as variáveis. As fixas significam que as matérias-primas introduzidas são sempre as mesmas e as variáveis são tolvas cujas matérias-primas mudam consoante o produto.

Existem ainda cinco balanças (A, B, C, D e E). A balança A pesa as matérias-primas dos silos, as balanças B, C e E pesam as matérias-primas das tolvas, e a balança D é uma balança manual utilizada quando há produtos em que é necessário o operador pesar manualmente matérias-primas.

A produção de um produto processa-se da seguinte forma (figura 4). As matérias-primas são rececionadas e armazenadas, as maioritárias nos silos e minoritárias numa zona junto à linha. As tolvas, caso não tenham matérias-primas suficientes são cheias e depois é iniciada a produção. As matérias-primas das tolvas e dos silos são pesadas automaticamente pelas diferentes balanças, as matérias-primas pesadas manualmente são introduzidas na balança A depois de surgir um sinal sonoro. Após pesadas as matérias-primas as balanças descarregam para o misturador, onde são misturadas durante breves segundos e do misturador passam para as tolvas das ensacadoras. Antes da descarga do misturador para as tolvas das ensacadoras, deve-se seleccionar para quais porque existem tolvas para ensacar o produto em *Big Bag*, e tolvas para ensacar o produto em sacos (entre 20kg a 30kg). Se o produto for ensacado em saco, os sacos cheios são transportados por um tapete até chegar ao paletizador, neste os sacos são orientados segundo um mosaico (desenho da posição dos sacos) e são colocados numa palete. Depois de a palete estar completa esta prossegue para a enfundadora onde lhe é colocado um plástico chamado “manga” para evitar que o produto se molhe e empedre, e para evitar que os sacos caíam da palete.

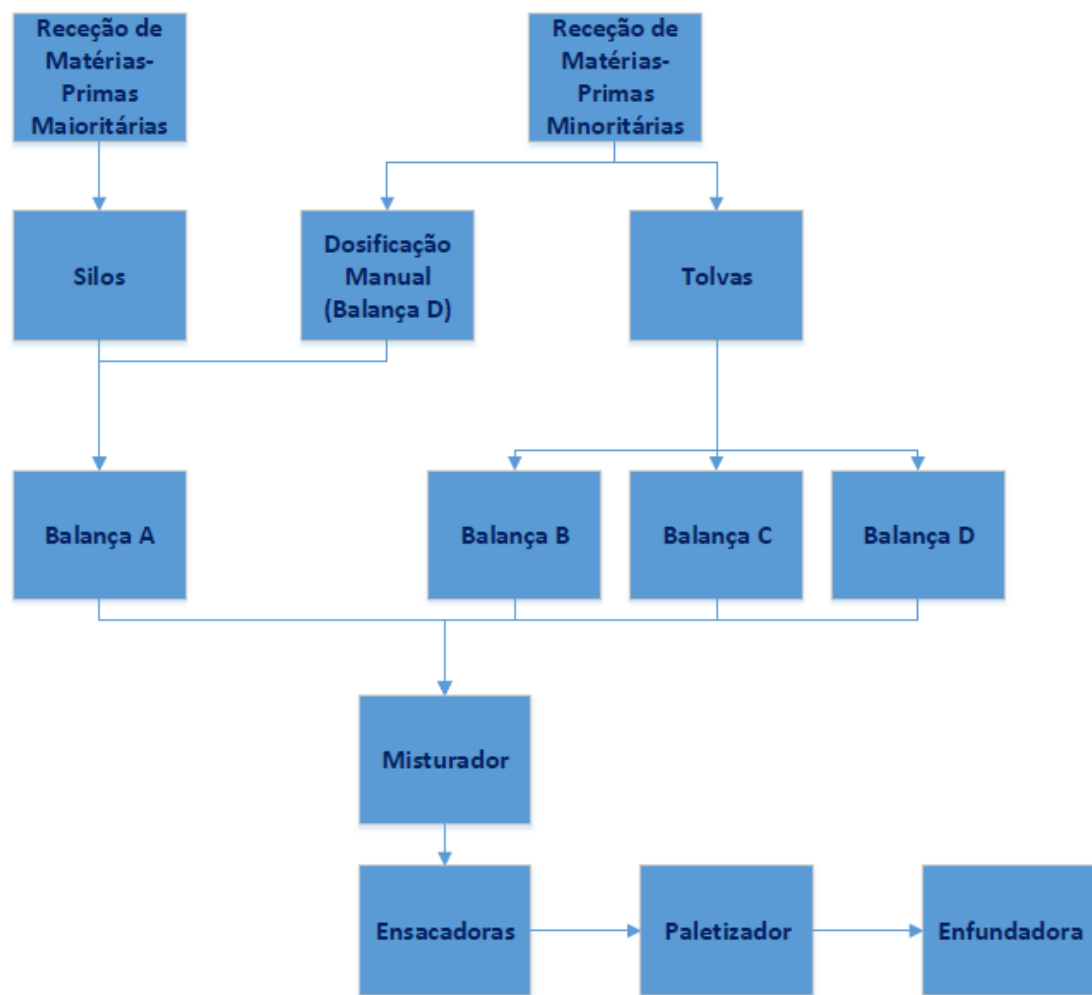


Figura 4 - Diagrama de produção da linha de Pós

Nesta linha existem três postos de trabalho cujas principais funções são:

- Dosificador
 - Encher tolvas
 - Limpar tolvas
 - Dosificar matérias-primas manualmente
 - Limpar misturador
 - Preparar matérias-primas para a produção seguinte
- Ensacador
 - Responsável pelo ensacamento do produto
 - Preparar e enviar matérias-primas para o dosificador
 - Limpar misturador
 - Limpeza da linha

- Vazar fosso
- Colocar papel e cartão para o lixo
- Fim de linha
 - Colocar sacos vazios no posto de ensacador
 - Colocar paletes de produto acabado no exterior
 - Mudar *Big Bag* do varrido
 - Alimentar manga/filme
 - Preparar e enviar matérias-primas ao dosificador

O horário laboral desta linha consiste em dois turnos de 8 horas. Até Janeiro de 2015 existiam duas pessoas por turno, sendo apoiadas por uma terceira pessoa que realizava o fim de linha das duas linhas de produção da fábrica.

3.3. Organização do projeto

O projeto foi desenvolvido à luz da filosofia seguida pela empresa *World Class Manufacturing* (figura 5). Este projeto consiste em procurar estabilidade na linha de pós, o seu desenvolvimento passa por duas fases distintas: numa primeira fase, uma fase de diagnóstico e numa segunda fase a implementação de ações de melhoria.

A primeira fase inicia-se com a análise das folhas de produção onde os trabalhadores registam os dados de cada uma das produções, esta análise é feita através da estratificação dos problemas que mostra a frequência com que ocorrem. Para os problemas mais frequentes utilizou-se a ferramenta dos 5 porquês com o objetivo de perceber quais as suas causas raiz. Após obter as causas raiz estas foram sintetizadas num diagrama de *Ishikawa* dividido nos 4M's (máquina, método, mão de obra e material). Ainda na primeira fase desenvolveu-se o *Value Stream Mapping* da linha de pós, a partir do qual e juntamente com o digrama de *Ishikawa* foi desenvolvido o relatório A3 com as propostas de melhoria para a linha.

Numa segunda fase e seguindo o relatório A3, implementaram-se ações de melhoria que passaram pela organização do espaço de trabalho e pela análise do tempo de *setup*. Para a organização do espaço de trabalho realizou-se os 5S e desenvolveram-se sistemas visuais e padrões de modo a manter o espaço sempre limpo e organizado. Para a análise do *setup* utilizou-se o programa KSMED, e a partir dos resultados obtidos padronizaram tarefas e métodos de trabalho assim como se introduziram os *kanbans*, que além de permitirem a diminuição do tempo de *setup*, também diminuíram as paragens durante a produção.

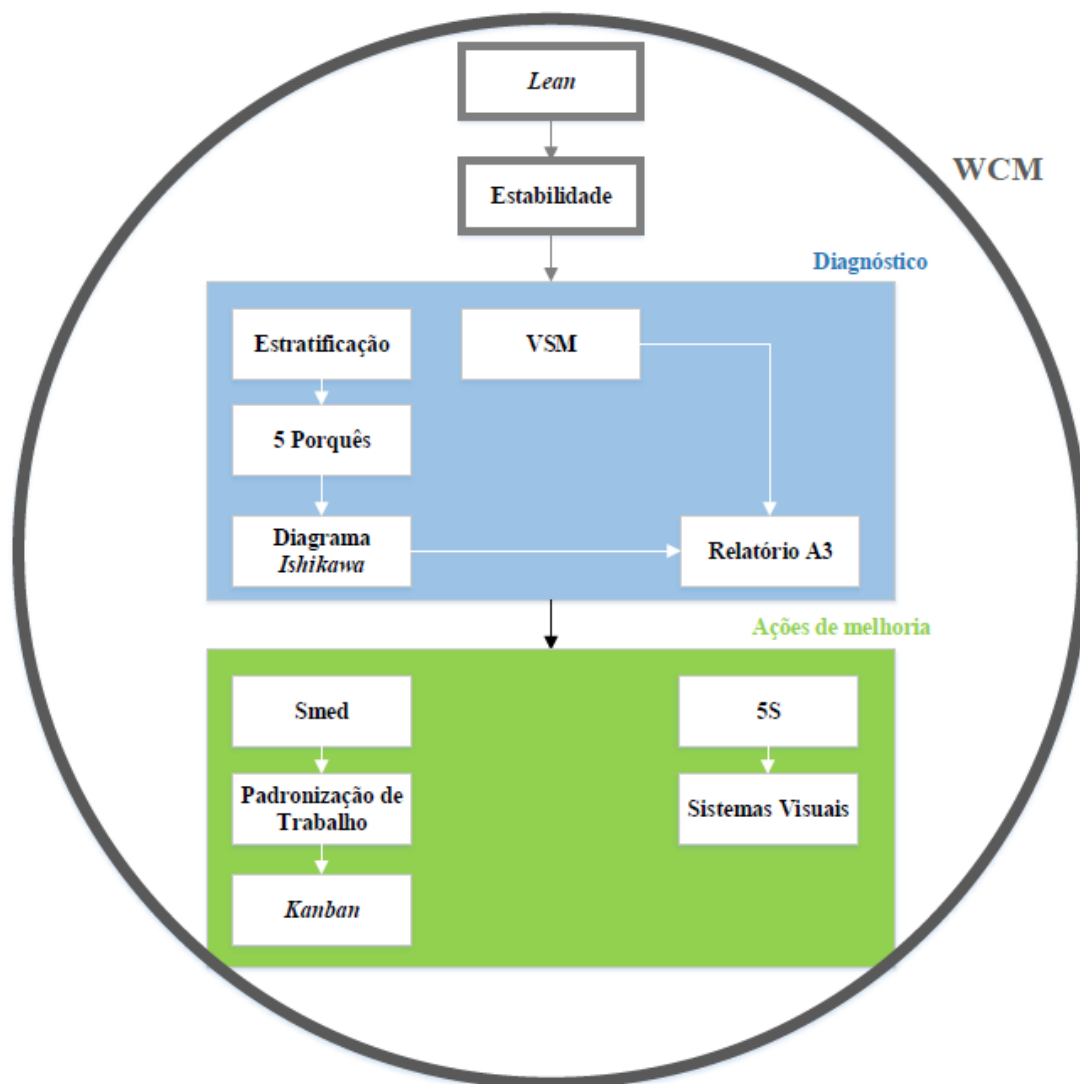


Figura 5 – Organização do projeto

3.4. Diagnóstico da situação atual da linha

3.4.1. Eficácia e eficiência da linha

Como referido para analisar o estado da linha de produção estudou-se a sua eficácia e a sua eficiência. A produtividade não foi estudada devido à linha produzir muitos produtos diferentes, com características muito distintas, desde embalagens, densidades, fórmulas, paletes, etc. O que influencia a produtividade neste processo são: o número de matérias-primas da fórmula que faz com que haja diferentes tempos de dosificação; o tempo de mistura ser diferente entre produtos; a densidade e granulometria dos produtos que influencia o enchimento; se o enchimento é em *Big Bag* ou saco; a quantidade de quilogramas por saco; etc. Estuda-se a eficácia porque permite comparar por produto a sua produtividade real à teórica, enquanto na produtividade seria contabilizado um *mix* de produtos num intervalo de tempo.

A eficácia é o indicador que mostra a variabilidade da linha sendo calculado pela razão entre a produtividade real (ton/hora) e a produtividade teórica (ton/hora). Esta última é definida pelos responsáveis da produção com base no histórico de produtividade de cada produto. Quanto mais baixos se verificarem os valores de eficácia mais instável se encontra a linha, o que significa que algo influencia a produção fazendo com que a produtividade real (ton/hora) varie e não atinga a produção teórica (ton/hora).

$$Eficácia = \frac{Produtividade\ Real\ (Ton/h)}{Produtividade\ Teórica\ (Ton/h)}$$

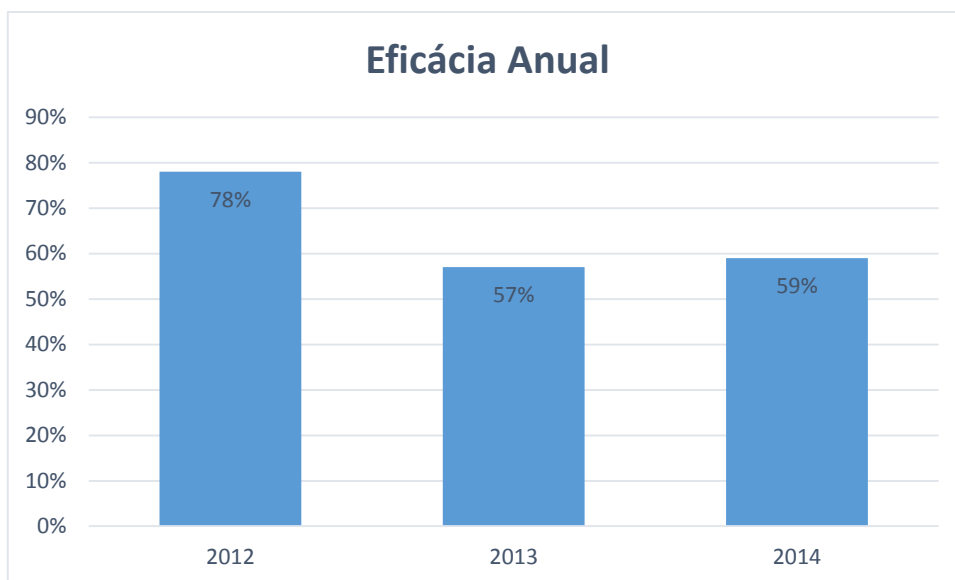


Gráfico 1 - Eficácia Anual da Linha de Pós

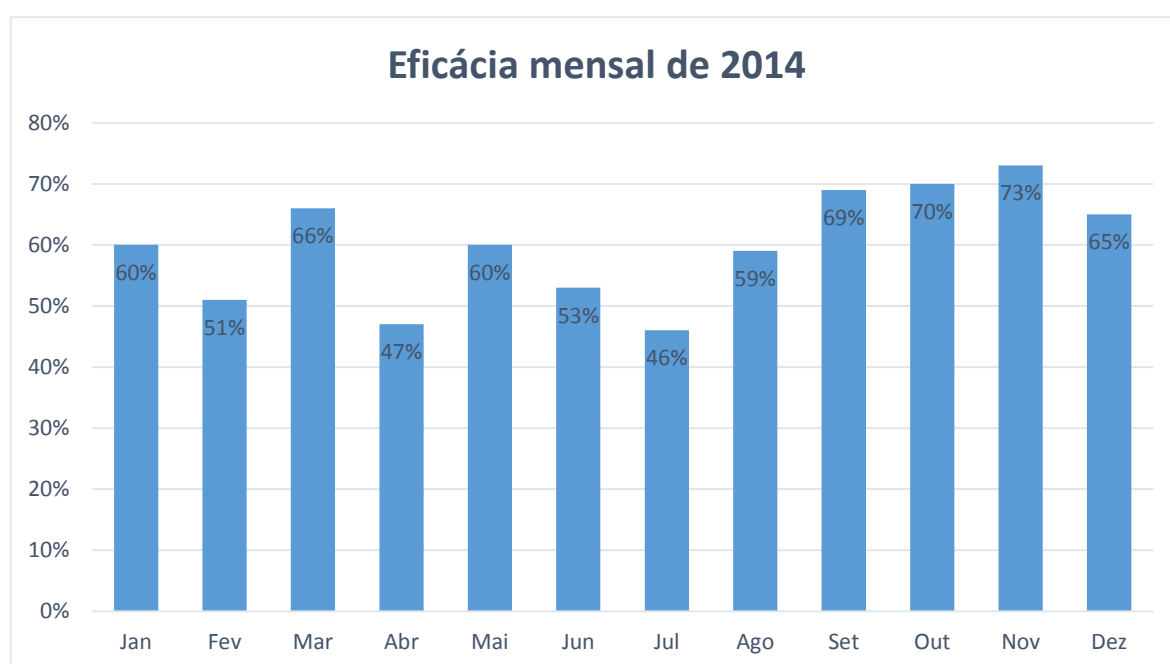


Gráfico 2 – Eficácia mensal da 2014 da Linha de Pós

Analisando o gráfico 1 e comparando a eficácia de 2012 com a de 2014 verifica-se que esta decresceu em quase 20%. Observando o gráfico 2 que mostra a evolução mensal da eficácia ao longo do ano de 2014, verifica-se que na maioria dos meses a eficácia fica abaixo dos 70%. No entanto, a

partir do mês de Setembro verifica-se um aumento significativo da eficácia, que se deve ao facto dos valores da produtividade teórica (ton/h) terem sido reajustados. A razão principalmente para o reajuste foi a falta de recursos humanos.

O segundo indicador calculado foi a eficiência da linha. Para calcular este indicador foi necessário calcular primeiro a produtividade máxima da linha, que pode ser considerado o seu estado ideal, ou seja, a linha trabalhar sem paragens. A produtividade máxima (ton/h) obteve-se através de tempos de processo tirados ao longo da linha, de cada um dos diferentes processos para cada produto. Assim com a razão entre a produtividade real (Ton/h) de cada produto e a produtividade máxima (Ton/h) de cada produto obteve-se a eficiência.

$$Eficiência = \frac{Produtividade\ Real\ (Ton/h)}{Produtividade\ Máxima\ (Ton/h)}$$

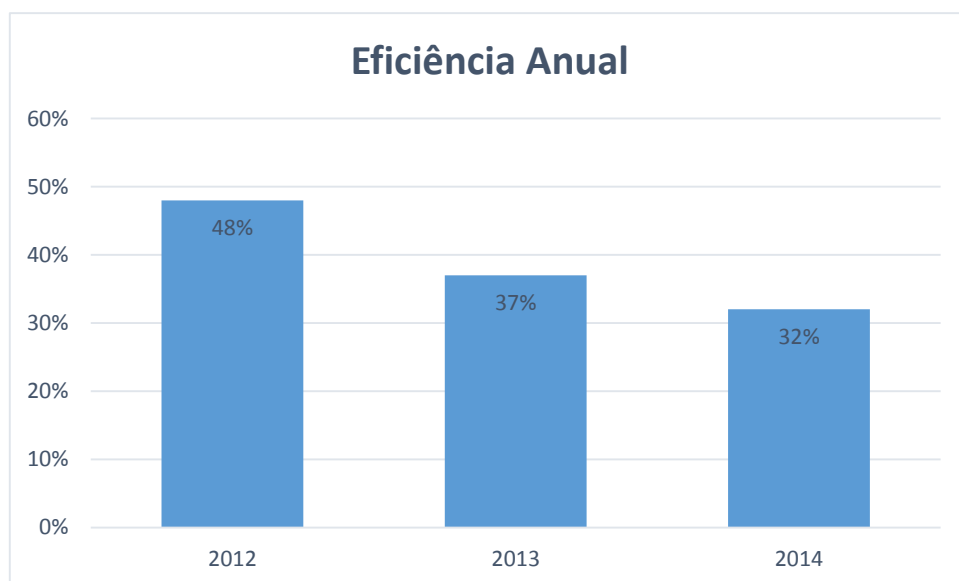


Gráfico 3- Eficiência anual da Linha de pós

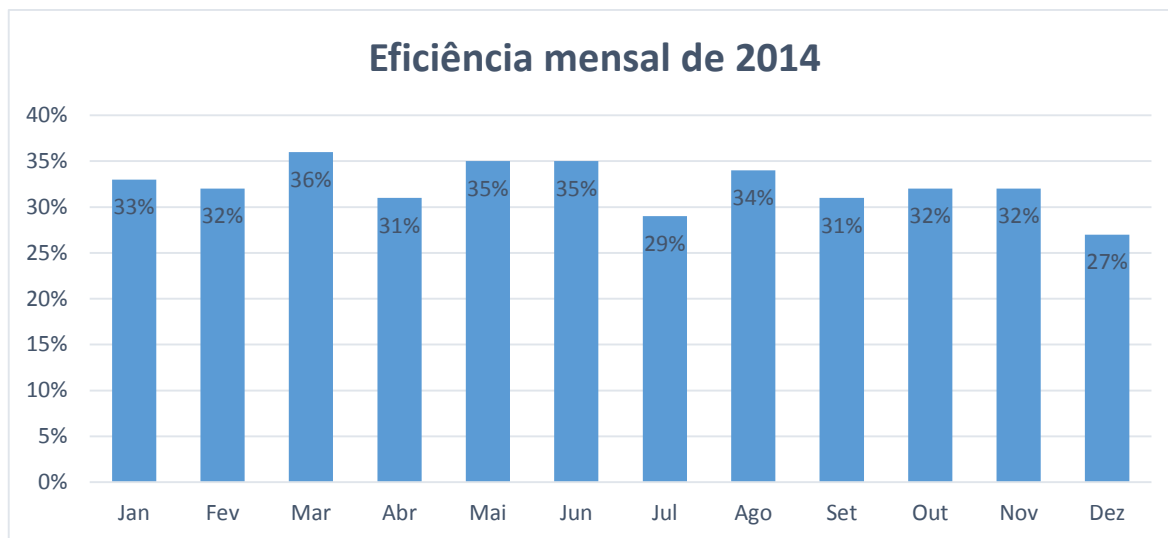


Gráfico 4 – Eficiência mensal de 2014 da Linha de Pós

Observando o gráfico 3 verifica-se que a eficiência tem vindo a diminuir desde 2012. Estes dados são corroborados pela análise do gráfico 4 onde se verifica que mensalmente a eficiência é muito próxima entre os diferentes meses, apresentando sempre valores relativamente baixos. Com esta análise conclui-se que apesar de as máquinas terem capacidade para produzir, devido à ocorrência paragens durante a produção, estas estão muito abaixo da sua capacidade.

3.4.2. Problemas registados na linha de Pós

Com o intuito de perceber o porquê da eficiência e da eficácia terem valores baixos, realizou-se um estudo para identificar quais os problemas principais da linha de produção.

Este estudo foi feito com base nos problemas registados pelos operadores na folha de produção de cada produto, sendo que estes problemas ocorrerem ao longo da produção e a maioria são problemas que fazem com que a linha pare. Na análise destes dados verificou-se que nem sempre os operadores registavam da melhor forma os dados, o que dificultou a análise porque o operador não era explícito no problema e na sua causa. Por exemplo um problema frequente registado era “refazer paletes à mão”, sendo as causas do problema poderiam ser várias. Assumiu-se, no entanto, que a causa principal se devia a problemas no paletizador.

Os problemas frequentes foram analisados procurando mostrar a interrupção do processo o que segundo Liker (2004) representa um indicador de instabilidade.

O gráfico 5 trata-se de uma estratificação dos problemas ocorridos com maior frequência na produção no segundo semestre de 2014.

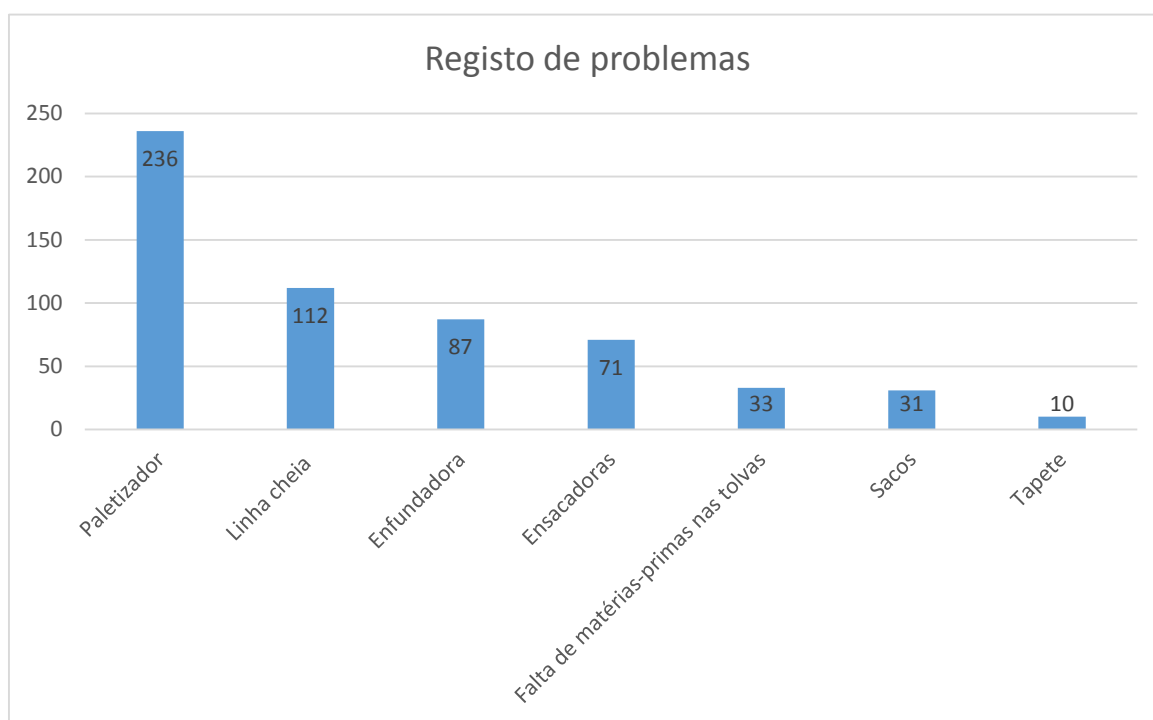


Gráfico 5 - Número de problemas registrados no segundo semestre de 2014

O maior problema ocorreu ao nível do paletizador, seguido por problemas de a linha parar por se encontrar cheia, e depois por problemas na enfundadora e nas ensacadoras. Um problema também frequente era a falta de matérias-primas nas tolvas, ou seja, a produção parava porque acabavam as matérias-primas nas tolvas e só recomeçavam quando um operador as ia colocar.

Com o intuito de procurar as causas raiz destes problemas utilizou-se a ferramenta dos 5 Porquês. Na figura 6 mostra um exemplo da utilização desta ferramenta para o problema da paragem das ensacadoras.

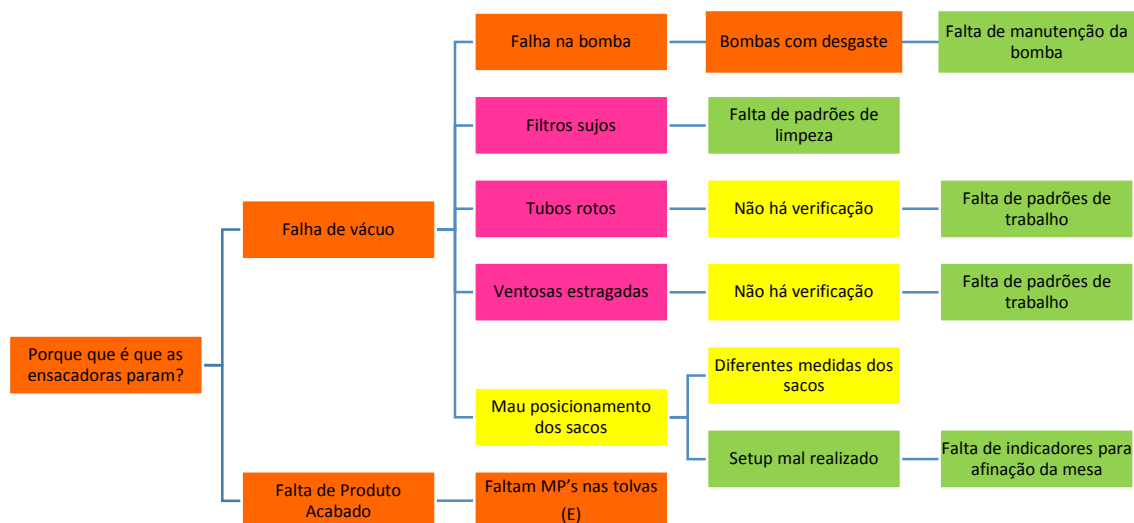


Figura 6 - Análise 5 porquês - O Porquê das ensacadoras pararem

3.4.3. Análise dos tempos de *setup*

Como referido anteriormente a linha produz uma vasta variedade de produtos, o que origina um elevado número de *setups*, sendo esta uma atividade que não gera valor, é importante reduzi-la ou se possível eliminá-la. Assim analisaram-se os tempos de *setup* que se considera que são uma fonte de instabilidade pelo facto de serem realizados entre diversos produtos e por diversas pessoas. O que acontecia era que os trabalhadores tinham polivalência não só entre postos na linha de pós, mas também com a linha de pastas. A polivalência tem muitas vantagens, no entanto, não havendo métodos e padrões definidos, faz com que cada operador trabalhe de uma determinada maneira, criando variabilidade nos diferentes processos.

Os tempos de *setup* foram calculados pela diferença da hora do último saco e a hora do primeiro saco da produção seguinte. No entanto, este cálculo nem sempre era o mais correto porque verificava-se ocasionalmente que durante este intervalo de tempo não só ocorria o *setup*, como paragens para lanche ou mudança de turno que são considerados tempos em que o trabalho está “suspense”. Dentro do tempo de *setup*, era ainda por vezes incluídos tempos relativos a avarias ou esperas tais como

espera que o dosificador iniciasse a produção. No entanto, como tudo era considerado tempo de *setup* não se identificavam estas avarias e esperas. Alguns destes problemas eram especificados na folha de produção, no entanto, não era explícito se ocorreram durante a produção ou durante o *setup*.

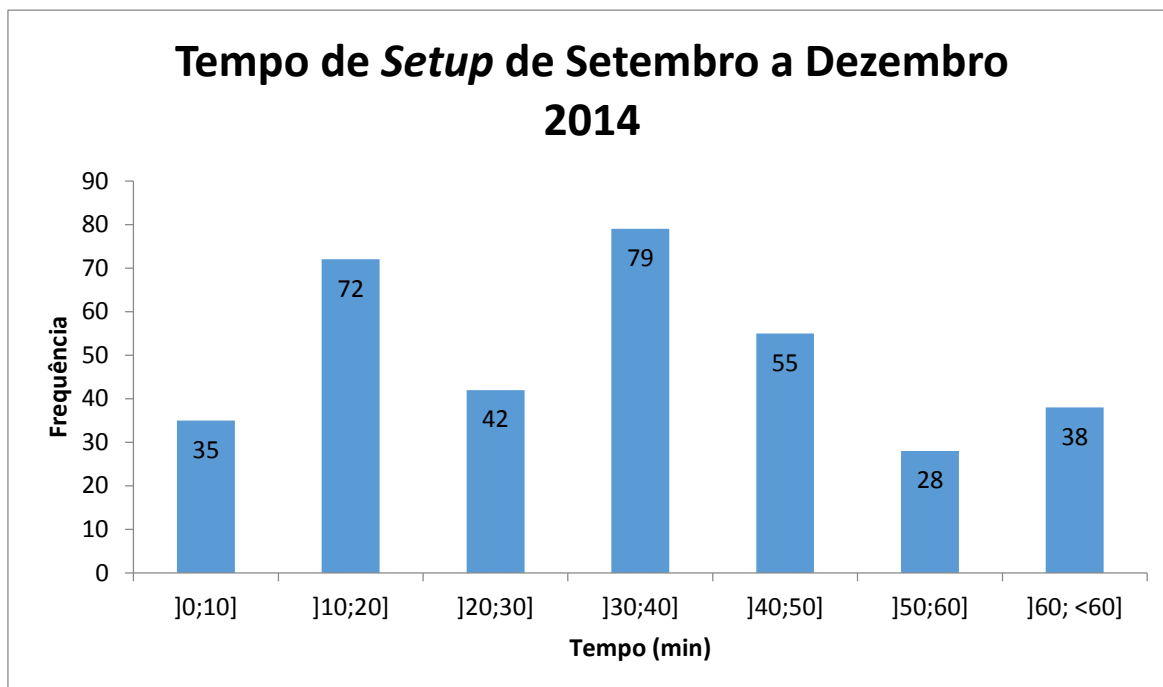


Gráfico 6 - Tempos de Setup de Setembro a Dezembro de 2014

Analisando o histograma dos tempos de *setup*, pode-se verificar que existe uma grande variedade de tempos. Apesar de o *setup* se realizar entre diferentes produtos, com densidades e outras características e parâmetros diferentes, tem de se procurar diminuir os de tempos de *setup*.

Como referido, existem três postos de trabalho e em todos eles é necessário realizar *setups*. No entanto, o tempo de *setup* apenas é registado no ensacador. O objetivo será analisar o tempo de *setup* de todos os postos e procurar onde se pode melhorar. O ideal seria o *setup* de cada posto não coincidir com o *setup* dos restantes postos evitando esperas por parte dos operadores. Com o intuito de perceber exatamente as atividades de *setups* dos diferentes postos, estes foram gravados e analisados no programa KSMED.

3.4.4. Causas-raiz da variabilidade na linha de pós

Analisados os intervalos do tempo de *setup* e estudadas as causas-raiz dos diversos problemas, utilizou-se o Diagrama de *Ishikawa* para sucintamente expor as principais fontes de variabilidade da

linha de pós. O diagrama foi dividido em quatro categorias Método, Mão-de-Obra (M.O.), Material e Máquina.

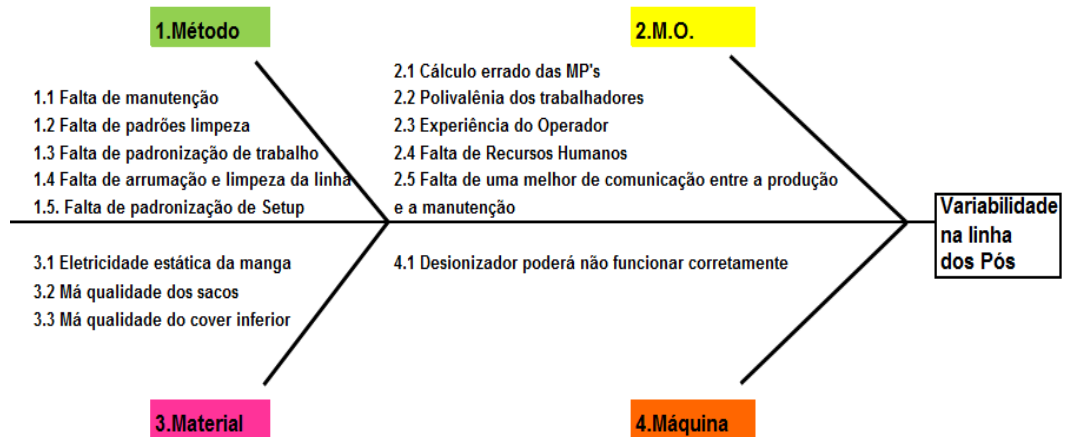


Figura 7 - Diagrama de *Ishikawa* da variabilidade da linha dos Pós

Analisando a figura 7 verifica-se que as causas da variabilidade na linha de pós podem derivar de diferentes fontes:

Método: Devido a falta de manutenção, falta de padrões de limpeza, de trabalho e de *setup* definidos, e falta de arrumação e organização na linha.

Mão-de-Obra: Devido a cálculos errados das quantidades de matéria-prima por parte dos operadores, sua polivalência e sua experiência. Também é devido à falta de recursos humanos e à falta de comunicação entre a produção e a manutenção.

Material: Devido à má qualidade dos sacos e do cover inferior, e à eletricidade estática presente na manga.

Máquina: Devido ao desionizador não funcionar corretamente

Com esta análise conclui-se quais as possíveis e potenciais causas de variabilidade na linha de produção de argamassas em pó, contudo é de realçar que este projeto foca-se em apenas dois M's método e mão-de-obra.

3.4.5. Desenvolvimento do relatório A3

Para fazer face aos problemas identificados foi desenvolvido um relatório A3 identificando a situação atual da linha, os principais problemas, as suas causas e planos de ação para estes. Para a concretização deste relatório foi convocada uma reunião entre diferentes departamentos (produção, laboratório, segurança e manutenção).

Para o relatório A3 começou-se por desenvolver um VSM da linha de pós como mostra a figura 8, identificando-se quais os equipamentos que com baixa disponibilidade e elevado tempo de processo. Os processos selecionados foram a dosificação manual, as ensacadoras, o paletizador e a enfundadora.

Com os equipamentos identificados e com base no diagrama de *Ishikawa* da figura 7 identificaram-se quais os principais problemas da linha e desenvolveram-se ações de melhoria. Estas ações de melhoria recaem nos quatro M's. No entanto as ações de melhoria identificadas nos dois M's (método e mão-de-obra) nos quais incide os projeto são:

- A contratação de recursos humanos e a fixação das equipas de trabalho.
- Definir padrões de trabalho e *setup*
- Realização de instruções de trabalho
- Definir planos de limpeza e de inspeção
- Programar paragens para manutenção
- Realização dos 5S

Com as ações de melhoria pretende-se atingir e se possível superar os objetivos estabelecidos pelo relatório A3 que são eficácia superior a 70% e *setup* inferior a 25 minutos (figura 9). Estes objetivos foram estabelecidos com base em dados históricos e dados de outras empresas do grupo.

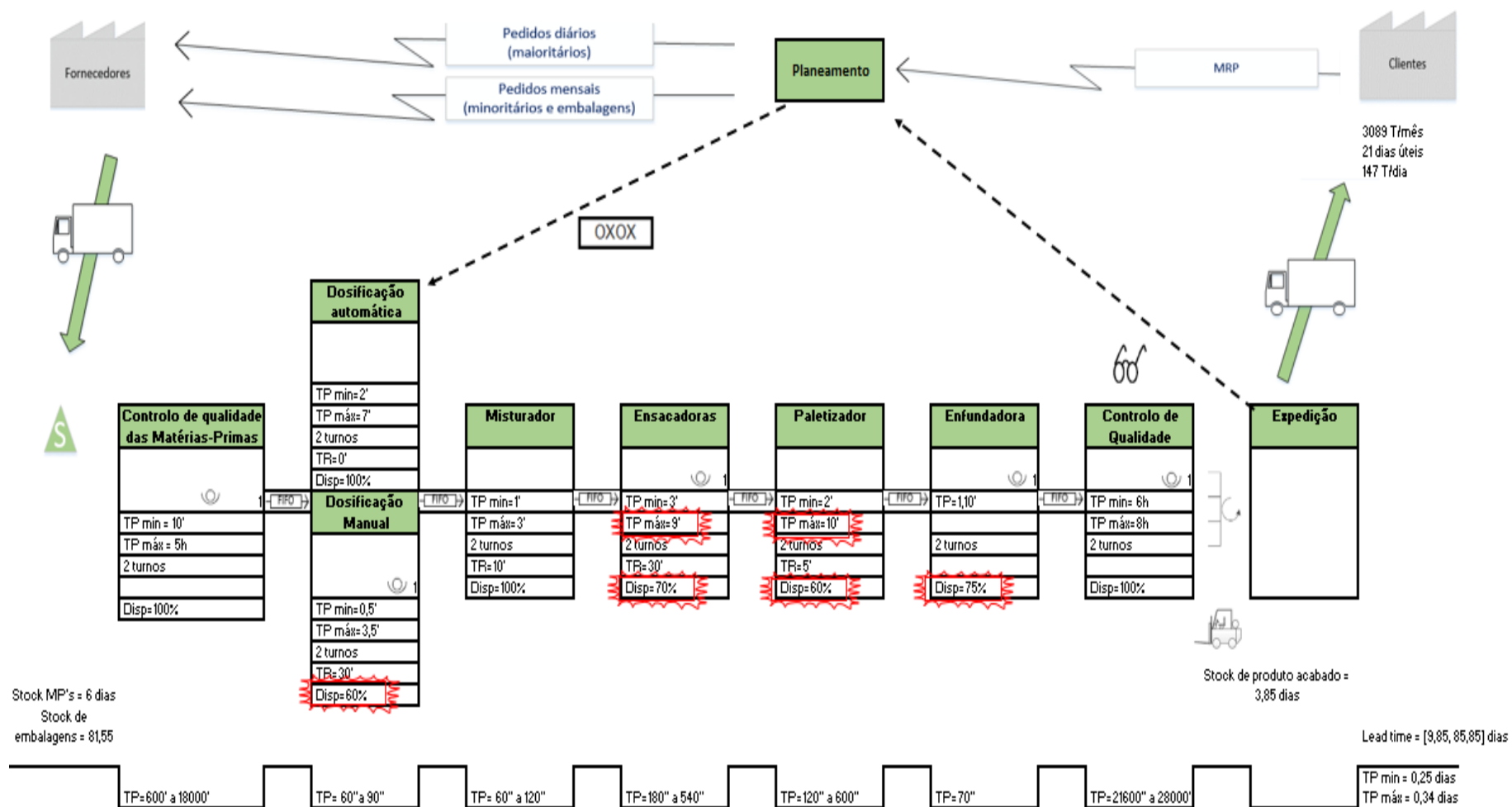


Figura 8 - VSM linha de pós

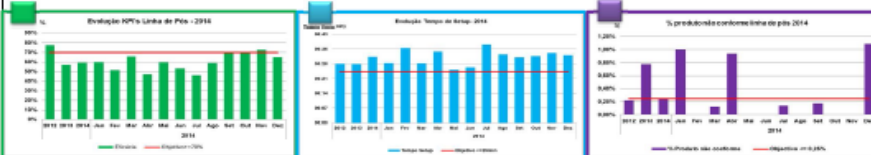
Relatório A3 - Linha Av 25-30

World Class Manufacturing
MOD.WCM.014 / 00

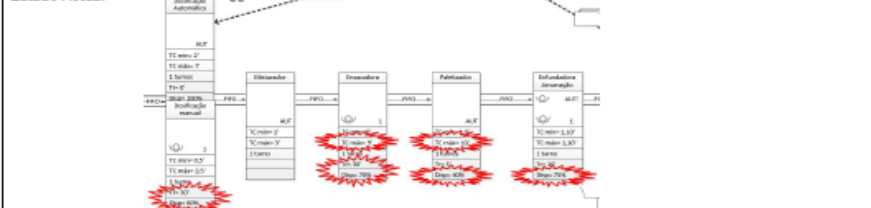


Tema Melhorar o serviço das linhas de produção em 15%

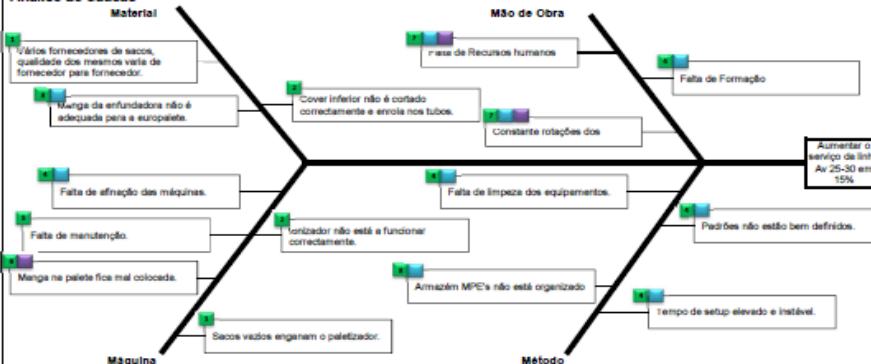
Histórico



Estado Actual



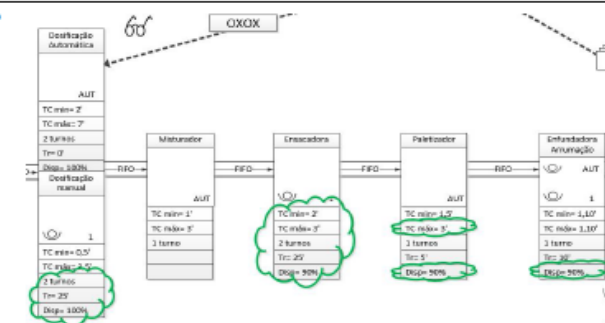
Análise de Causas



Objectivos

- Eficácia da linha de pós > 70%;
- % de produto não conforme < 0,25%;
- Tempo de Setup < 25 minutos;
- EHS: Redução em 20% os custos de saneamento;

Estado Futuro



3 Causas Raiz	4 Contramedidas	5 Quem?	Início	Fim	Final
1. Não existe forma de verificar a qualidade das embalagens recebidas.	Criar procedimento para verificar qualidade das embalagens.	JPP	31-05-2015		
2. Ionizador não funciona correctamente, fornecedor não consegue garantir o plástico com as mesmas propriedades.	Verificar funcionamento do ionizador.	AF/JPP	31-03-2015		
3. Medida de manga actual não funciona correctamente nas europaletes.	Estudar medidas alternativas de manga para a europalete.	JPP/SA	30-04-2015		
4. Padrões não definidos.	Definir padrões e fazer IT's.	SA	30-06-2015		
5. Falta de formação.	Planear formação.	SA	30-06-2015		
6. Falta de limpeza dos equipamentos.	Definir plano de limpeza, e plano de inspecção diária de 1º nível.	SA	30-06-2015		
7. Falta de manutenção.	Programar 2 paragens por ano. Tempo de paragem 1 semana.	AF/SA	31-01-2015	16-01-2015	
8. Falta de afinação da altura de manga é difícil de regular.	Rectificar parâmetro de forma a ajustar altura de funda.	JPP	31-03-2015		
9. Falta de recursos humanos.	Reorganizar e estabilizar equipas.	SA	12-01-2015	31-01-2015	
10. Localização de MPE's não está bem definida/ Falta os recursos para manter local organizado.	SS	SA	22-01-2015	28-02-2015	

Plano de Acompanhamento

Seguimento pelo Director de Centro de Aveiro - Mensal
Seguimento pela Equipa - Trimestral

Figura 9 - Relatório A3 da linha de Pós

3.5. Atividades desenvolvidas para aumentar a estabilidade na linha

Fixação das equipas

Com o relatório A3 finalizado e com o objetivo de procurar de estabilização da linha, as primeiras ações realizadas pela empresa foram a contratação de mais recursos humanos de modo a dar resposta à variação dos produtos vendidos e à necessidade de melhorar o nível de serviço. As equipas foram fixadas, passando a existir duas equipas: a equipa A com três operadores, e a equipa B com dois operadores, sendo que na equipa B um dos operadores muda a cada duas semanas. Existe ainda um operador que entra das 9 às 18 horas e que apoia a equipa B caso haja necessidade. Foi necessário ter um operador e entrar neste horário, de modo a ser responsável pela descarga de matérias-primas e embalagens, função que antigamente era realizada pela expedição.

Uma outra ação levada a cabo pela empresa para melhorar a linha foi o facto de planear duas semanas de paragens por ano (uma no início da época alta e outra no fim da época alta) para efetuar manutenção preventiva. Esta medida tinha sido interrompida devido à crise económica que o país atravessava.

Implementação dos 5S

Em Janeiro de 2015 foram realizados os 5S na linha de pós. O espaço encontrava-se desorganizado, sem identificações nem lugares definidos e a falta de recursos humanos não facilitava na sua organização. Antes de se proceder à implementação dos 5S começou-se por planear como se iria proceder e que materiais seriam necessários.

O primeiro passo passou pela definição de duas zonas distintas, a zona das matérias-primas e a zona das ensacadoras. O segundo passo passou pela divisão dos trabalhadores em duas equipas, sendo que cada uma ficou responsável por uma zona (figura 10).

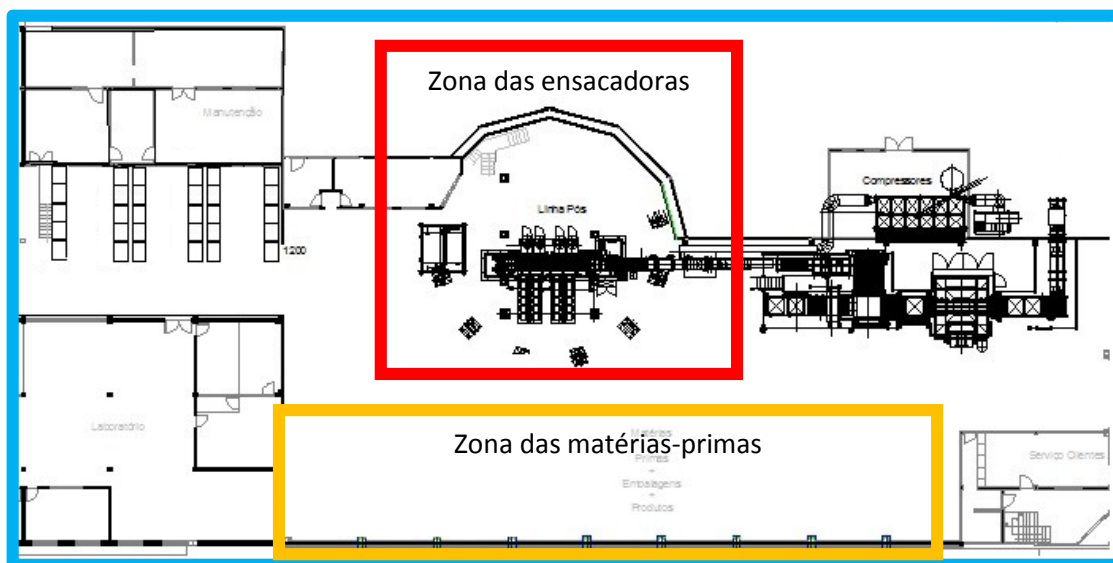


Figura 10 - Divisão das zonas para realização dos 5S

Para cada zona imprimiram-se três tipos de etiquetas para identificar os itens (tabela 2).

Tabela 2 - Diferentes etiquetas utilizadas nos 5S

<p>Vermelha para identificar itens para retirar do local</p>	<p>Amarela para identificar itens em que não se tem a certeza se são necessários ou se não se tem a certeza quanto à quantidade necessária</p>	<p>Azul para identificar os itens que necessitam de manutenção</p>



Foram ainda identificadas duas zonas, a zona vermelha e a zona amarela, onde se colocaram os itens com as etiquetas da respetiva cor.

Antes da realização dos 5S todos os operadores tiveram formação sobre este tema. Na linha de pós, as equipas começaram por seleccionar e remover todos os itens que não fossem necessários, e depois durante a sua arrumação procedeu-se também à limpeza.

A empresa depara-se com problemas de falta de espaço, e a zona de armazenamento de matérias-primas não é exceção, podendo encontrar-se nesta zona matérias-primas em *Big Bags* ou em paletes de sacos, paletes de sacos vazios e outras matérias-primas necessárias para a linha. A organização de todos estes componentes foi feita tendo em consideração, o espaço disponível, a altura das paletes e dos *Big Bags* e segundo os lotes de encomenda, sendo que houve a preocupação de colocar juntas todas as paletes de sacos vazios.

Em ambas as zonas criaram-se sistemas visuais para organizar e definir os diferentes espaços, os quais foram pintados segundo a lista de cores e padrões da tabela 3:

Tabela 3 – Padrões de pintura

Cores	Definições
Azul	Para zonas de trabalho
Linhas amarelas	Delimitar zonas
Verde	Passagem de peões
Riscas amarelas e pretas 	Zonas que tem de permanecer desimpedidas
Zonas amarelas por cima de zonas verdes 	Passagem de empilhadores em cima de passadeiras de peões

A figura 11 mostra uma parte da zona das ensacadoras antes, durante e depois da realização dos 5S.

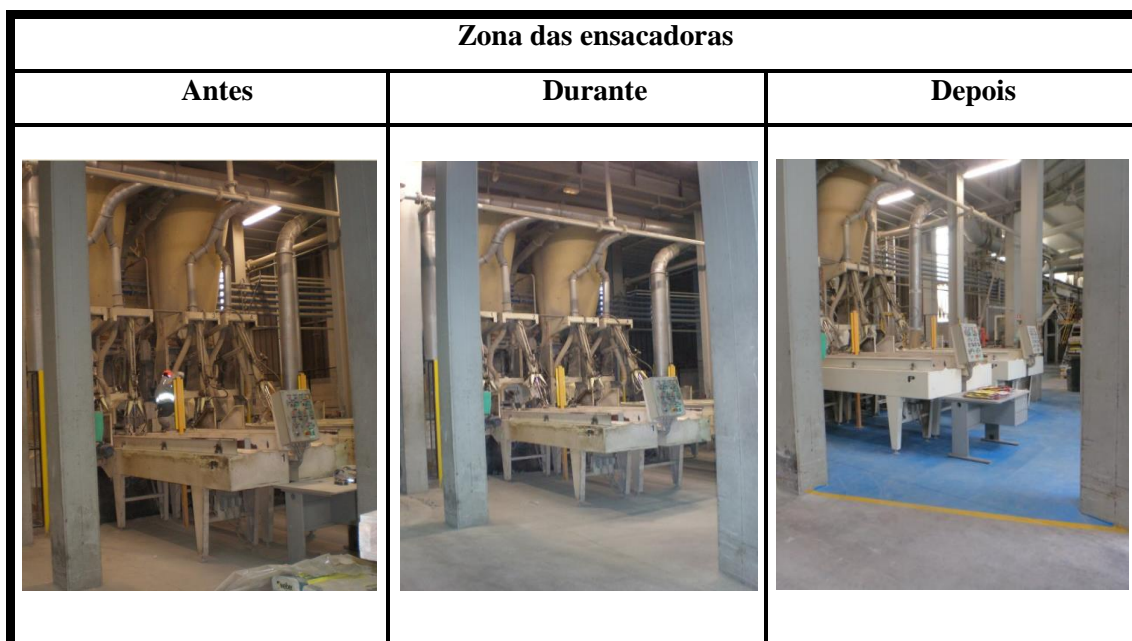


Figura 11 - Exemplo de uma zona dos 5S

Para identificar os materiais pertencentes à zona das ensacadoras, estes foram identificados com a cor amarela (figura 12), criando-se um sistema visual em que todas as ferramentas da linha dos pós são identificadas com marcas amarelas.

Criação de Padrões

Após a organização, arrumação e limpeza foram criados padrões de verificação 5S. Estes modelos consistem em mostrar como se deve manter cada espaço organizado e limpo (figura 13).

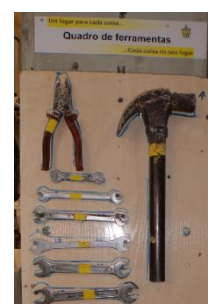


Figura 12 -
Quadro de
ferramentas












		PADRÃO 5S <small>MOD.VCM.031/00</small>		Actualizado por: Vitória Antunes	Aprovado por: Sofia Almeida	
Onde (na área): Atrás das Ensacadoras				Actualizado em:		Versão: AVR.10
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>Pó neutro arrumado (2 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Material para sanear no devido lugar (2 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Big Bags Leca Uno arrumados (2 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Big Bags novos arrumados (2 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Big Bags usados arrumados (2 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Chão limpo e desimpedido (3 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Varredora no lugar (4 pontos)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Local desimpedido para carregar o Porta-Paletes (2 pontos)</p>  </div> </div> <div style="margin-top: 10px;">  </div>						
Problema resolvido: Falta de limpeza e arrumação.				Melhoria observada (KPI's, Gestão Visual, etc.) Limpeza, arrumação e segurança		
Quando verificar : Diariamente		Tempo de verificação deste padrão:			45"	

Figura 13 – Exemplo de padrão 5S

Para desenvolver estes padrões foram tiradas fotografias a várias zonas dentro de uma determinada área, sendo que a cada zona foram atribuídos pontos e diariamente um operador verifica se estes padrões estão a ser cumpridos. Cada padrão tem uma folha de pontuação diária (anexo A), e ambos estão afixados junto à área correspondente.

O funcionamento do sistema de pontuação diário é o seguinte: cada zona a verificar tem uma pontuação definida, e caso a zona não esteja de acordo com o padrão são atribuídos pontos como mostra a figura 13. O objetivo é não ter pontos, uma vez que os pontos significam que algo de errado se passa na zona.

Após pontuar todas as áreas, o operador que faz a ronda tem de preencher uma folha A3 da planta da linha de pós (anexo B) com ímans, devendo colocar um íman vermelho se a pontuação diária ultrapassa a linha vermelha (anexo A), caso contrário deve colocar um íman verde.

O objetivo dos padrões é garantir que as diferentes áreas se mantenham limpas e organizadas, e o objetivo da planta da linha dos pós é permitir que qualquer pessoa rapidamente identifique pelo

número de imans verdes ou vermelhos se há problemas numa determinada área criando assim um sistema de gestão visual.

Introdução de novas folhas de registos

Ao produzir-se um produto na linha dos pós o ensacador tinha de preencher uma folha de registo de produção, com os dados do produto, as diferentes paragens e todas as informações relevantes sobre a produção desse produto. Contudo as folhas utilizadas encontravam-se desatualizadas, existindo campos que eram preenchidos de diferentes maneiras pelos diferentes operadores. Como já referido, os operadores ao registarem as paragens por vezes não eram explícitos quanto ao problema, tornando-se confuso e difícil obter dados o mais próximo possível da realidade (anexo C).

Era através destas folhas de produção que eram calculados os tempos de *setup*, sendo registado a hora do primeiro saco e do último de cada produção. Os dados eram inseridos no programa Microsoft Excel e o tempo de *setup* era calculado pela diferença da hora de início de uma produção menos a hora fim da produção anterior, sendo que tudo o que ocorria durante esse tempo era considerado *setup*. O problema é que não se percebia o que acontecia para existir uma variabilidade tão elevada nos tempos de *setup*.

No âmbito do projeto LRM (*Loss Reduction Model* – projeto desenvolvido pela empresa para redução de custos), e procurando clareza e transparência no registo das operações realizadas, desenvolveram-se novas folhas de produção.

Passaram a existir duas folhas de registo de produção, uma primeira para os dados da produção, como o produto, a quantidade, se era em saco ou *Big Bag* (anexo D), e uma segunda exclusivamente para as paragens que ocorriam ao longo do dia (anexo E). Nesta última eram registadas todas as paragens que ocorriam durante o horário de abertura da linha. O horário da abertura da linha representa o tempo em que é possível produzir. Usualmente o horário de abertura é das 6 horas às 22 horas, no entanto, há dias em que o horário de abertura pode ser das 9 horas às 18 horas.

Na folha de registo das paragens o operador deve escrever o primeiro produto a ser produzido juntamente com as horas a que abriu a linha (por ex.: 6 horas da manhã). Durante a produção no campo das “Observações” devem-se escrever todos os acontecimentos que fizeram a produção parar. Nestas folhas devem-se ainda especificar a que categoria pertence cada tipo de paragens e o seu tempo, e no caso de se tratar de uma avaria é necessário identificar qual o equipamento.

Para facilitar os operadores de associarem as paragens às suas respetivas categorias, foi criada uma folha com as principais paragens que podem ocorrer e a sua respetiva categoria (figura 14).

Definição das paragens

Perdas	Código	Descrição	Observações
Disponibilidade	CHO	A1 - Mudança de produto/Setup	Limpeza do misturador Mudança do Paletizador Atividades de setup nas ensacadoras
	CHO	A2 - Teste de qualidade/ Afinação (fora do normal)	Retirar amostra dos misturador Produção de produtos com cores
	LOR	A3 - Paragens Planeadas	Formações Lanche Ginástica Verificações diárias (empilhadores, equipamentos) Resolução problemas 15 de EHS
	LOR	A4 - Paragens não planeadas (atrasos)	Falta de matérias-primas Energia Pessoas
	BKD	A5 - Avarias (>10 Min)	Avarias em que é necessário a intervenção da manutenção Avarias sem intervenção da manutenção
	SUT	A6 - Arranque/desligar máquinas	Computador Ensacadoras Compressor
	MNT	A7 - Manutenção de rotina	Manutenções preventivas que é necessário parar a linha para a sua realização
	F&C	A8 - Limpeza/lavagens	Limpeza da linha Arrumação de MPE's
	TRI	A9 - Produção de teste/testes	Atraso de uma produção por ser piloto
	SST	P1 - Pequenas paragens (< 10MIN)	Ajudar o colega em alguma tarefa Manutenção autónoma
	OUT	P2 - Tempo de espera de linha	Aguardar pela mistura
Performance	OUT	P3 - Performance < esperado	Cadência da linha inferior ao normal

Figura 14 - Definição dos diferentes tipos de paragem

Com a introdução das novas folhas os operadores começaram a ter uma maior sensibilidade relativamente onde gastavam o seu tempo, e tornou-se mais evidente onde se encontravam os problemas.

Análise do Setup - KSMED

Como definido no relatório A3, pretende-se diminuir a variabilidade dos tempos de *setup*, e atingir um tempo máximo de 25 minutos. Apesar de se esperar que com a realização dos 5S e com a contratação de recursos humanos os *setups* diminuam, é necessário estudá-los de forma a procurar não só diminuí-los mas também de facilitar e padronizar as tarefas dos operadores.

Um fator que influenciava a variabilidade nos *setups* era a rotatividade dos operadores entre os postos das duas linhas de produção. A fixação das equipas diminuiu essa variabilidade, no entanto continua a existir rotatividade entre postos do mesmo turno.

Para analisar o tempo de *setup* começou-se por gravar vídeos dos *setups* dos três diferentes postos (dosificador, ensacador e fim de linha). Os vídeos começaram ao mesmo tempo, o que permite perceber exatamente que atividades desempenhavam os operadores no mesmo instante. De realçar

que o ideal seria que os *setups* de cada posto se realizassem em diferentes momentos evitando esperas. Após as gravações estas foram analisadas no programa KSMED, este programa foi desenvolvido pelo grupo Saint-Gobain, e permite analisar todas as tarefas do *setup* identificando-as como internas ou externas, assim como analisar que tarefas internas se podem converter em externas, que tarefas podem reduzidas ou até mesmo excluídas, e ainda permite estudar o impacto que teria no *setup* se as tarefas forem reorganizadas e redistribuídas pelos diferentes operadores.

É importante referir que na troca de produtos geralmente apenas é necessário limpar o misturador, no entanto, existem produtos que utilizam tolvas variáveis, havendo necessidade também de as limpar na troca de alguns produtos. Para analisar o *setup* selecionou-se um vídeo em que é necessário a limpeza de uma tolva e do misturador.

Antes de analisar os vídeos foi necessário definir alguns parâmetros, sendo que depois os vídeos são decompostos em tarefas e esses parâmetros vão ser associados a essas tarefas.

Definição dos recursos:

- Dosificador
- Ensacador
- Fim de linha

Definição das diferentes categorias a que se pode associar cada tarefa:

- **Movimentação** – movimentação do operador de um ponto para outro sem transportar nenhuma carga
- **Transporte** – Operador transporta manualmente ou com o auxílio de um empilhador, retrátil ou porta-paletes uma carga
- **Espera** – Aguardar por algo. Por exemplo: aguardar pela mistura
- **Limpeza** – Limpar misturador, tolvas, linha, equipamentos, chão, etc.
- **Verificação** – Confirmação que determinado processo está correto
- **Registos** – Escrever nas folhas dados de produção
- **Comunicação** – Partilha de informações entre operadores
- **Produção** – Quando ainda se está a produzir ou quando se iniciou a produção
- **Processo manual** – atividades realizadas manualmente que não se enquadram nas categorias anteriores. Por exemplo: Colocar matérias-primas nas tolvas; alterar programa nas ensacadores, etc.

Outros parâmetros que se podem definir são os materiais necessários para executar as tarefas, as zonas onde ocorreram as tarefas e quais os documentos necessários.

Após estes parâmetros definidos é criado um cenário chamado cenário inicial, onde nos vídeos são identificadas e analisadas as diferentes tarefas. A cada tarefa é associado um recurso, uma categoria, uma zona, e consoante a tarefa também pode ser associado um material ou um documento (figura 15).

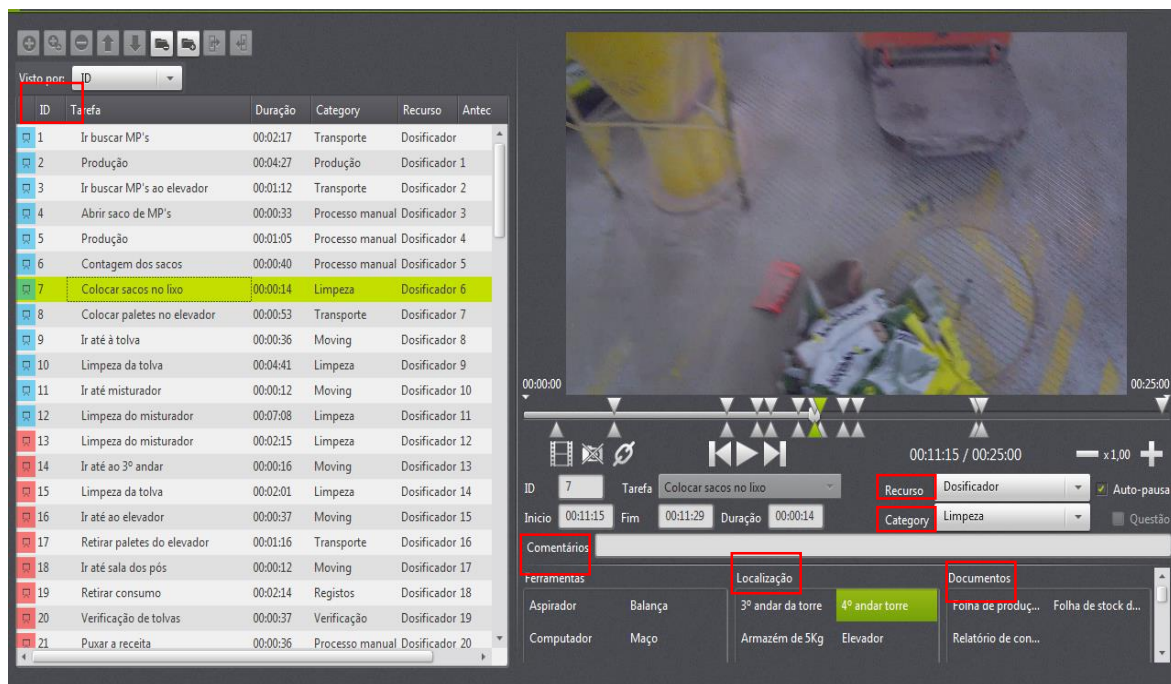


Figura 15 - Definição das tarefas no Ksmed

Definidas todas as tarefas, estas inicialmente são separadas em internas ou externas, criando assim o cenário inicial. É importante definir corretamente o cenário inicial pois é a partir deste que se vão desenvolver os cenários objetivos. Após o cenário inicial criado, surge um Diagrama de Gantt (figura 16) com a representação de todas as tarefas dos três postos, em que é possível verificar num determinado instante, as tarefas que estão a ser realizados pelos três operadores.

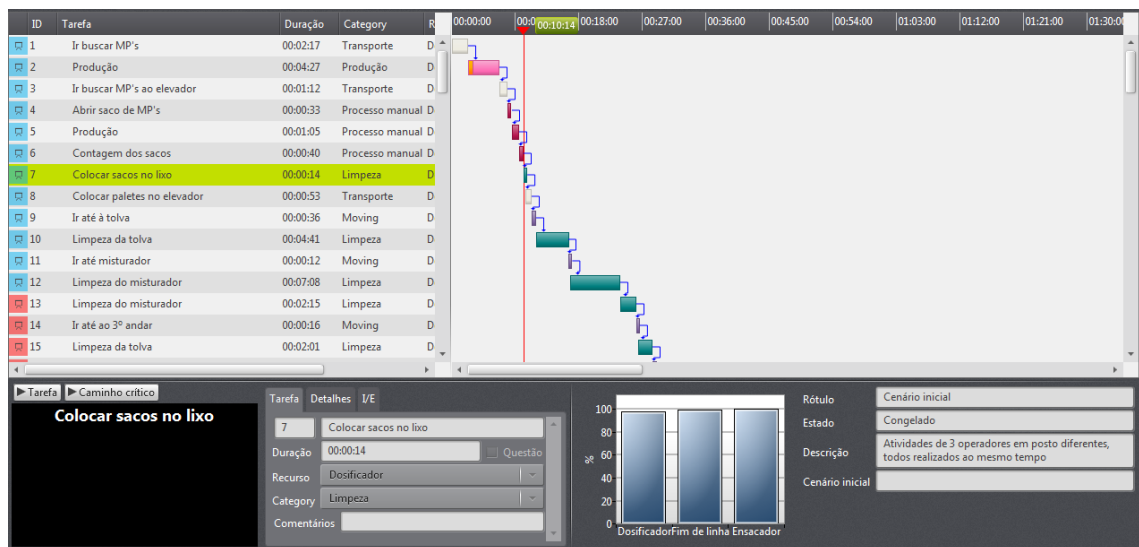


Figura 16 - Diagrama de Gantt das tarefas

No final obtém-se a percentagem de tempo gasto em cada categoria, podendo seleciona-se o operador desejado.

	Cenário inicial
Total	03:26:23 100,00%
Produção	00:58:13 28,21%
Espera	00:46:54 22,72%
Limpeza	00:29:42 14,39%
Processo manual	00:28:02 13,58%
Transporte	00:23:03 11,17%

Figura 17 – Percentagem de tempo despendido por categoria na soma dos 3 *setups*

Na figura 17 encontra-se a soma dos tempos dos três *setups*, concluindo-se que a maior fatia do tempo é gasto em produção, e a segunda maior é gasta em espera (neste caso 22,72%). Além disso é possível verificar para cada posto em que categorias é gasto o seu tempo.

Tabela 4 - Percentagem de tempo gasto por cada operador nas diferentes categorias

Dosificador	Ensacador	Fim de Linha																																																						
<table> <tr> <td>Total</td><td>01:07:50</td><td>100,00%</td></tr> <tr> <td>Limpeza</td><td>00:20:27</td><td>30,15%</td></tr> <tr> <td>Produção</td><td>00:17:38</td><td>26,01%</td></tr> <tr> <td>Processo manual</td><td>00:14:22</td><td>21,17%</td></tr> <tr> <td>Transporte</td><td>00:07:00</td><td>10,31%</td></tr> <tr> <td>Moving</td><td>00:03:46</td><td>5,56%</td></tr> </table>	Total	01:07:50	100,00%	Limpeza	00:20:27	30,15%	Produção	00:17:38	26,01%	Processo manual	00:14:22	21,17%	Transporte	00:07:00	10,31%	Moving	00:03:46	5,56%	<table> <tr> <td>Total</td><td>01:09:29</td><td>100,00%</td></tr> <tr> <td>Produção</td><td>00:26:08</td><td>37,62%</td></tr> <tr> <td>Espera</td><td>00:22:12</td><td>31,94%</td></tr> <tr> <td>Limpeza</td><td>00:09:15</td><td>13,30%</td></tr> <tr> <td>Processo manual</td><td>00:08:19</td><td>11,98%</td></tr> <tr> <td>Registos</td><td>00:01:24</td><td>2,01%</td></tr> </table>	Total	01:09:29	100,00%	Produção	00:26:08	37,62%	Espera	00:22:12	31,94%	Limpeza	00:09:15	13,30%	Processo manual	00:08:19	11,98%	Registos	00:01:24	2,01%	<table> <tr> <td>Total</td><td>01:09:04</td><td>100,00%</td></tr> <tr> <td>Espera</td><td>00:24:42</td><td>35,76%</td></tr> <tr> <td>Transporte</td><td>00:15:42</td><td>22,72%</td></tr> <tr> <td>Produção</td><td>00:14:26</td><td>20,90%</td></tr> <tr> <td>Processo manual</td><td>00:05:21</td><td>7,75%</td></tr> <tr> <td>Moving</td><td>00:04:36</td><td>6,66%</td></tr> </table>	Total	01:09:04	100,00%	Espera	00:24:42	35,76%	Transporte	00:15:42	22,72%	Produção	00:14:26	20,90%	Processo manual	00:05:21	7,75%	Moving	00:04:36	6,66%
Total	01:07:50	100,00%																																																						
Limpeza	00:20:27	30,15%																																																						
Produção	00:17:38	26,01%																																																						
Processo manual	00:14:22	21,17%																																																						
Transporte	00:07:00	10,31%																																																						
Moving	00:03:46	5,56%																																																						
Total	01:09:29	100,00%																																																						
Produção	00:26:08	37,62%																																																						
Espera	00:22:12	31,94%																																																						
Limpeza	00:09:15	13,30%																																																						
Processo manual	00:08:19	11,98%																																																						
Registos	00:01:24	2,01%																																																						
Total	01:09:04	100,00%																																																						
Espera	00:24:42	35,76%																																																						
Transporte	00:15:42	22,72%																																																						
Produção	00:14:26	20,90%																																																						
Processo manual	00:05:21	7,75%																																																						
Moving	00:04:36	6,66%																																																						

Analisando os resultados na tabela 4 verifica-se que no dosificador, a maior percentagem do tempo do operador é gasta em limpeza, sendo que dentro das limpezas efetuadas por este a mais representativa é a limpeza do misturador e da tolva. No entanto, no ensacador a maior percentagem do tempo do operador é a produzir, e logo de seguida 32% do seu tempo passa em espera, sendo que esta espera é à espera da mistura para poder começar a ensacar. Por último o fim de linha em que maior percentagem do seu tempo é em tempo de espera e é representado por 36%. Neste caso também se encontra à espera da mistura. Apesar de o ensacador e o fim de linha passarem grande percentagem do seu tempo à “espera da mistura”, estes estiveram a realizar outras tarefas. No entanto essas tarefas não eram essenciais para iniciar a produção, podendo ser realizados durante a mesma.

Após o cenário inicial criado e as conclusões iniciais tiradas, desenvolveram-se dois cenários objetivos.

Nestes cenários pretende-se verificar que tarefas podem ser convertidas de internas para externas ou que podem ser excluídas, que atividades internas e externas podem ser reduzidas e estudar qual a melhor combinação de tarefas entre todos os operadores procurando diminuir a tempo de *setup*.

Com o cenário inicial conclui-se que grande percentagem do tempo do ensacador e do fim de linha é representado por espera. Estes dois operadores encontram-se à espera que o dosificador realize as suas atividades de *setup* para iniciar a produção, neste caso a produção não poderia iniciar-se sem o dosificar acabar de limpar o misturador, a tolva e de encher a mesma com matéria-prima.

Com o intuito de melhorar o tempo de *setup* estudou-se a redistribuir as tarefas entre os três diferentes postos, evitando assim esperas desnecessárias.

Cenário objetivo 1: O ensacador realiza a limpeza do misturador

Cenário objetivo 2: O fim de linha realiza a limpeza do misturador

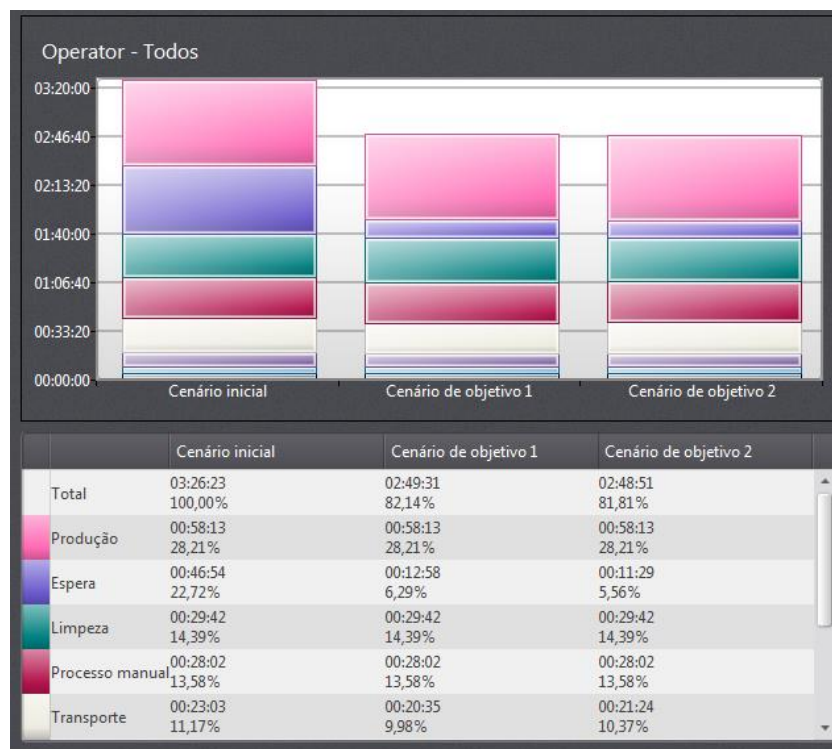


Figura 18 - Percentagem de tempo despendido por categoria na soma dos 3 *setups* nos 3 diferentes cenários

Analisando os resultados da soma dos três *setups* (figura 18) conclui-se que o cenário objetivo 1 passou a ter um tempo de espera de 6,29% e o cenário objetivo 2 um tempo de espera de 5,56%.

Analisando detalhadamente cada posto, verifica-se que o dosificador (figura 19) continua sem tempos de espera em nenhum dos cenários e que a limpeza reduziu-se para praticamente metade.

	Cenário inicial	Cenário de objetivo 1	Cenário de objetivo 2
Total	01:07:50 100,00%	00:55:56 82,46%	00:55:41 82,09%
Limpeza	00:20:27 30,15%	00:11:04 16,31%	00:11:04 16,31%
Produção	00:17:38 26,01%	00:17:38 26,01%	00:17:38 26,01%
Processo manual	00:14:22 21,17%	00:14:22 21,17%	00:14:22 21,17%
Transporte	00:07:00 10,31%	00:04:43 6,94%	00:04:43 6,94%
Moving	00:03:46 5,56%	00:03:32 5,22%	00:03:17 4,85%

Figura 19 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do dosificador

Pela análise da figura 20 conclui-se que o ensacador no cenário objetivo 1 passou a ter um tempo de espera de 14,61%, já no cenário objetivo 2 tem um tempo de espera de 8,05%.

	Cenário inicial	Cenário de objetivo 1	Cenário de objetivo 2
Total	01:09:29 100,00%	00:57:55 83,34%	00:58:14 83,81%
Produção	00:26:08 37,62%	00:26:08 37,62%	00:26:08 37,62%
Espera	00:22:12 31,94%	00:10:09 14,61%	00:05:36 8,05%
Limpeza	00:09:15 13,30%	00:13:36 19,58%	00:09:15 13,30%
Processo manual	00:08:19 11,98%	00:05:15 7,57%	00:13:41 19,68%
Registos	00:01:24 2,01%	00:01:24 2,01%	00:01:24 2,01%

Figura 20 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do ensacador

Por último analisando a figura 21, pode-se verificar que no cenário objetivo 1 o fim de linha passou a ter um tempo de espera de 4,08% e no cenário objetivo 2 passou a ter apenas um tempo de espera de 8,53%.

	Cenário inicial	Cenário de objetivo 1	Cenário de objetivo 2
Total	01:09:04 100,00%	00:55:41 80,62%	00:54:56 79,53%
Espera	00:24:42 35,76%	00:02:49 4,08%	00:05:53 8,53%
Transporte	00:15:42 22,72%	00:15:31 22,47%	00:16:20 23,65%
Produção	00:14:26 20,90%	00:14:26 20,90%	00:14:26 20,90%
Processo manual	00:05:21 7,75%	00:08:25 12,19%	
Moving	00:04:36 6,66%	00:04:47 6,92%	00:04:36 6,66%

Figura 21 - Percentagem de tempo nos diferentes cenários do fim de linha

Após os resultados procedeu-se a uma reunião com os trabalhadores da linha de pós procurando mostrar o projeto desenvolvido assim como procurar ouvir a opinião dos mesmos de qual a melhor solução para a diminuição do tempo de *setup*. Sendo que existiam como opções o cenário objetivo 1 e o cenário objetivo 2.

Um dado importante para a tomada de decisão é perceber que a linha de pós tem a capacidade de acumular cerca de oito paletes, no entanto foi considerado que apenas se poderia acumular seis para evitar que a linha pare por estar cheia. O acumular de seis paletes na linha demora aproximadamente 15 minutos, estes 15 minutos pode ser utilizados para o fim de linha realizar outra tarefa por exemplo limpar o misturador que é uma tarefa que não ultrapassa os 15 minutos.

Após a reunião ficou definido que caso seja necessário num *setup* limpar:

- **Tolva e misturador**, o dosificador limpa a tolva e fim de linha limpa misturador
- Apenas **misturador**, dosificador limpa misturador

O ideal era limpar a tolva durante a produção, passando assim esta atividade interna para externa, a introdução dos *kanbans* melhorou este ponto permitindo planejar de maneira a limpar tolvas com mais frequência durante a produção.

Os *kanbans* também vieram permitir que os operadores deixassem de preparar as matérias-primas durante o tempo de *setup* e passassem a prepará-las durante a produção.

Implementação de *Kanbans*

Um problema que apesar de não ser registado com muita frequência nas folhas de produção antigas, mas que ficou muito evidente com as novas folhas de produção e com a análise dos vídeos dos *setups*, foi a preparação de matérias-primas durante o *setup* e a produção parar por falta de matérias-primas nas tolvas fixas.

Durante a produção deve-se preparar as matérias-primas para a produção seguinte e enviar para o posto do dosificador que fica no 4º andar da torre, no entanto o que por vezes acontecia era que durante o *setup* do dosificador este tinha de preparar as matérias-primas, atrasando muitas vezes o início da produção.

Outro problema que sucedia com alguma frequência era a produção parar por falta de matérias-primas principalmente nas tolvas fixas. Este problema devia-se ao facto de por vezes os operadores não colocarem a quantidade suficiente para a produção de um determinado produto, devido a fazerem erradamente as contas das quantidades necessárias ou devido ao *stock* do computador estar incorreto. Para resolver este problema um operador tinha que parar o seu trabalho para enviar as matérias-primas para o dosificador ou o dosificador tinha de se deslocar ao rés-do-chão para enviar a matéria-prima. Com o intuito de melhorar os tempos de *setup* e de diminuir as esperas e paragens por falta de matérias-primas criaram-se *kanbans*. Desenvolveram-se dois tipos de *kanbans*, os *kanbans* da produção e os *kanbans* das matérias-primas.

***Kanban* da produção**

Os *kanbans* da produção informam o produto, o seu lote de produção e quais as quantidades de matérias-primas necessárias para a sua produção segundo o lote, tanto em quilogramas como em número de sacos ou *Big Bag*. O modelo do *kanban* utilizado na produção encontra-se representado na figura 22:

weber Kanban - Produto

Sequência

Linha AV25-30

Produto

Lote de produção MISTURAS

Matéria-Prima Balança Manual D

MP's	QTD (Kg)	Sacos/BB

Matérias - Primas Balança B (Variáveis)

MP's	QTD (Kg)	Sacos/BB

Matérias - Primas Balança B (Fixas)

MP's	QTD (Kg)	Sacos/BB

Matérias - Primas Balança C

MP's	QTD (Kg)	Sacos/BB

Matérias - Primas Balança E

MP's	QTD (Kg)	Sacos/BB

Figura 22 – Kanban da produção (frente e verso)

Na parte da frente do *kanban* encontram-se todas as matérias-primas que são necessárias para preparar o produto, ou seja as matérias-primas de dosificação manual e as que são colocadas nas tolvas variáveis. Os *kanbans* contêm toda a receita, de modo a que os operadores possam antecipar e planejar as suas tarefas.

Todos os *kanbans* existem em duplicado e no final de cada dia os *kanbans* da produção do dia seguinte são colocados no quadro da sala de pós por sequência de produção (figura 23).



Figura 23 - Quadro da Sala de Pós

De manhã o dosificador ao chegar leva os duplicados para o seu posto de trabalho, colocando-os no quadro do posto do dosificador (figura 24).

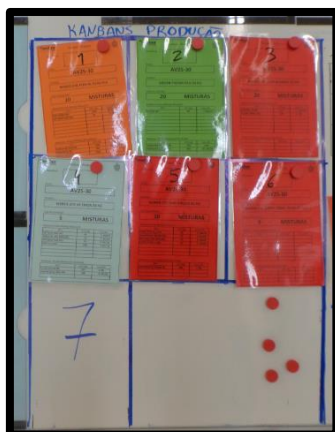


Figura 24 – Quadro do posto do dosificador

Conforme os produtos vão sendo produzidos, os *kanbans* correspondentes vão sendo retirados dos quadros.

Durante a produção o fim de linha é responsável por preparar as matérias-primas que estão na parte da frente do *kanban* e deixá-las junto do elevador para enviar para o dosificador (figura 25). O *kanban* deve permanecer junto às matérias-primas até estas serem enviadas, procurando evitar que as matérias-primas fiquem espalhadas e possibilita aos operadores saberem qual o destino da cada matéria-prima. Este ponto é particularmente importante quando existem mudanças de turno, permitindo que o turno seguinte identifique o que são aquelas matérias-primas e qual o seu destino.



Figura 25 - Preparação das matérias-primas

Ao enviar a matéria-prima para o posto do dosificador, o *kanban* deve ser retirado da matéria-prima e colocado de novo no quadro da sala de pós virado ao contrário (figura 26). Desta maneira pretende-se informar qualquer operador que a matéria-prima já se encontra no posto do dosificador. Esta informação é especialmente importante quando existe troca de turno.

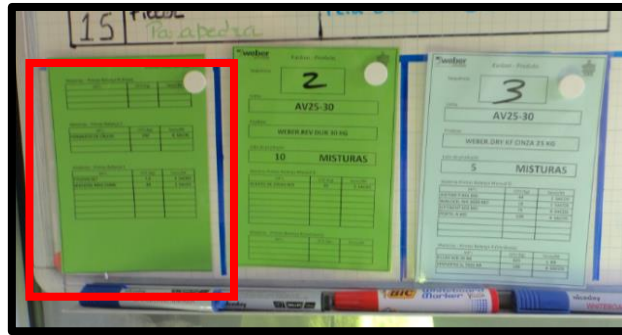


Figura 26 - Kanban no Quadro na sala de pós

Os *kanbans* do produto revelaram-se muito importantes porque permitem aos operadores planejar melhor as suas tarefas, sabendo por exemplo que durante a dosificação de um determinado produto conseguem limpar a tolva, deixando de haver necessidade de estas serem limpas durante o setup.

Kanban das matéria-primas

Os *kanbans* das matérias-primas foram desenvolvidos com o intuito de evitar que a produção parasse por falta de matérias-primas nas tolvas fixas.

Para combater este problema foram criados dois tipos de *kanbans* de matérias-primas, os amarelos e os vermelhos.

Os *kanbans* amarelos, figura 27, de matérias-primas correspondem às matérias-primas das tolvas de menor capacidade (entre 150 a 500 Kg). Para cada uma destas matérias-primas existe uma paleta na torre, de modo a garantir que se faltar alguma matéria-prima na tolva fixa, estas se encontrem junto do dosificador. Os lugares das matérias-primas encontram-se numerados e identificados.


weber SAINT-OBAN		Kanban - MP's			
Linha					
AV25-30					
Balança		Tolva			
E					
Produto					
Ponto de disparo					
Quantidade					
Andar		Local			

Figura 27 - Kanban das matérias-primas armazenadas na torre

O *kanban* contém a informação de qual é a matéria-prima, em que tolva é colocada e em que balança é pesada. Informa ainda o ponto de disparo, a quantidade a ser enviada quando o *kanban* dispara e qual o andar e o local onde é armazenada.

O *kanban* encontra-se na paleta da matéria-prima (figura 28), na fiada do ponto de disparo, de forma a se tornar mais visual para o operador que quando atingir aquela fiada tem de enviar o *kanban* para o rés-do-chão. O ponto de disparo da maioria das paletes é a última fiada de sacos, porque como as suas tolvas são de pequenas quantidades, uma fiada é suficiente para garantir que a produção não para por falta de matéria-prima, porque além da fiada que fica na paleta ainda existe matéria-prima na tolva.



Figura 28 - Pallet de matéria-prima com *kanban*

Quando o *kanban* dispara, este deve ser colocado no elevador (figura 29), e dependendo da disponibilidade o fim de linha ou o ensacador devem retirar o *kanban* de dentro do elevador e assim que for possível devem enviar as matérias-primas para o dosificador.



Figura 29 - Quadro de *Kanban* dentro do elevador

Os **kanbans vermelhos** (figura 30) de matérias-primas correspondem às matérias-primas das tolvas fixas armazenadas no rés-do-chão porque as suas tolvas tem uma capacidade muito grande, não havendo nem espaço nem necessidade de armazenar na torre.

weber Kanban - MP's

Linha: **AV25-30**

Produto:

Balança: Tola:

Quantidade:

Observação: **Verificar tolvas antes de cada produção**

Figura 30 - Kanban das matérias-primas armazenadas no rés-do-chão

O ideal é as tolvas estarem sempre cheias, e durante a produção repõem-se as matérias-primas que foram utilizadas. Este seria o melhor cenário, verificar sempre as tolvas antes de começar a produzir e durante a produção, quando existir espaço na tolva, colocar-se a matéria-prima.

Estes **kanbans** funcionam de maneira diferente dos amarelos. Estes estão no quadro do posto do dosificador (figura 31), e é o dosificador que decide quando deve enviar o **kanban** pelo elevador.

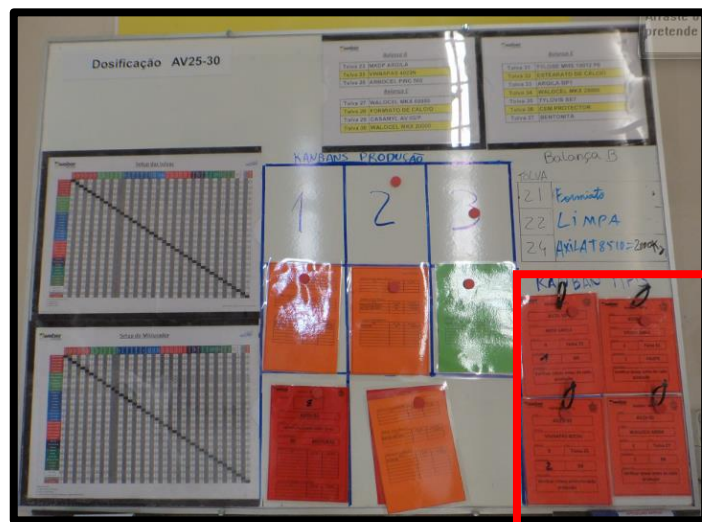


Figura 31 - Quadro do dosificador

No entanto, quando estiver um *kanban* vermelho pendurado no elevador, qualquer operador da linha de pós deve imediatamente enviar a matéria-prima para o dosificador. Contudo não deve parar a sua tarefa para enviar a matéria-prima para o posto do dosificador, neste caso deve procurar alguém mais disponível para o substituir ou para enviar as matérias-primas.

Uma particularidade é que alguns destes *kanbans* vermelhos permitem ao operador escrever a quantidade de paletes ou de *Big Bags* que pretende que lhe seja enviado, porque há produtos em que é consumida toda a matéria-prima de uma tolva sendo necessários vários *Big Bags* para a repor, assim como há produtos em que apenas com um *Big Bag* se enche a tolva.

Com a introdução dos *kanbans* pretendiam-se diminuir as paragens registadas como “tempo de espera de mistura”, sendo que por vezes estas aconteciam durante o *setup* e outras vezes durante a produção. O número de vezes e o tempo gasto à espera da mistura apenas se tornou visível com a introdução das novas folhas de produção. Os *kanbans* apenas foram introduzidos no final do estágio no entanto foi possível estudar a diferença antes e após a sua introdução destes verificando-se uma redução de 3% nos tempos de espera de mistura (tabela 5), esperando-se que com o tempo os operadores assimilem este novo processo permitindo uniformizar e padronizar estas tarefas, possibilitando uma redução mais significativa da percentagem de “tempos de espera de mistura”.

Tabela 5 - Diminuição das paragens por "espera de mistura"

Antes da introdução dos <i>Kanban</i>	Depois da introdução dos <i>Kanban</i>
34,48% dos produtos produzidos em Abril pararam por espera de mistura	31,71% dos produtos produzidos em Maio pararam por espera de mistura

Lições Pontuais (OPL's - One point Lessons)

As OPL's são lições pontuais que tem como objetivo informar da resolução de um problema, de uma melhoria ou simplesmente informar como é que um procedimento deve ser efetuado. Pretende-se com a OPL que todas as partes interessadas tenham conhecimento de determinado processo e que todos o executem da mesma forma.

Para a introdução dos *kanbans* foram desenvolvidas OPL's, para informar os operadores de qual o fluxo que estes deveriam de ter. As OPL's pretendem dar a conhecer determinados procedimentos de uma forma sucinta, tendo tendência a desaparecer com o tempo, depois de o procedimento ter sido interiorizado.

Matriz de limpeza de misturador

Na procura de diminuir os tempos de *setup* e os tempos de espera de mistura, desenvolveu-se uma matriz de limpeza do misturador. Outra razão para o desenvolvimento desta matriz foi a dificuldade que alguns operadores demonstravam em saber que tipo de limpeza realizar no misturador entre determinados produtos. Estes realizavam sempre um tipo de limpeza e, por vezes, para a mesma troca de produtos a limpeza era diferente, porque era realizada por diferentes operadores.

Após uma análise conjunta com o laboratório foi desenvolvida uma matriz de limpeza do misturador (anexo F), esta análise foi efetuada com o laboratório de modo a procurar diminuir os tempos de *setup* sem comprometer a qualidade do produto. Os tipos de limpeza antes e depois da introdução da matriz encontram-se representados na tabela 6. É ainda importante referir que o tempo de limpeza do tipo B é de aproximadamente 8 minutos e a limpeza do tipo C é de aproximadamente de 12 minutos.

Tabela 6 - Tipo de limpeza do misturador

Tipos de limpeza antes da matriz	Tipos de limpeza depois de matriz
B - Varrer misturador	A - Não é necessário limpar
C - Varrer misturador, bater balanças e aspirar misturador	B - Varrer misturador
	C - Varrer misturador, bater balanças e aspirar misturador

Introduziu-se a nova matriz e realçou-se que os operadores sempre que verificassem um tipo de limpeza na matriz que usualmente realizassem de outra forma deveriam informar o laboratório. Por exemplo o laboratório podia ter definido uma limpeza do tipo C, no entanto se a maioria dos trabalhadores realiza limpeza do tipo B e não houve registos de problemas de qualidade, esta limpeza deve ser mudada para B para diminuir o tempo de limpeza do misturador.

4. Resultados finais

Após a introdução das melhorias espera-se que a eficácia na linha atinja o objetivo estabelecido de 70%, e o tempo de *setup* atinga no máximo 25 minutos.

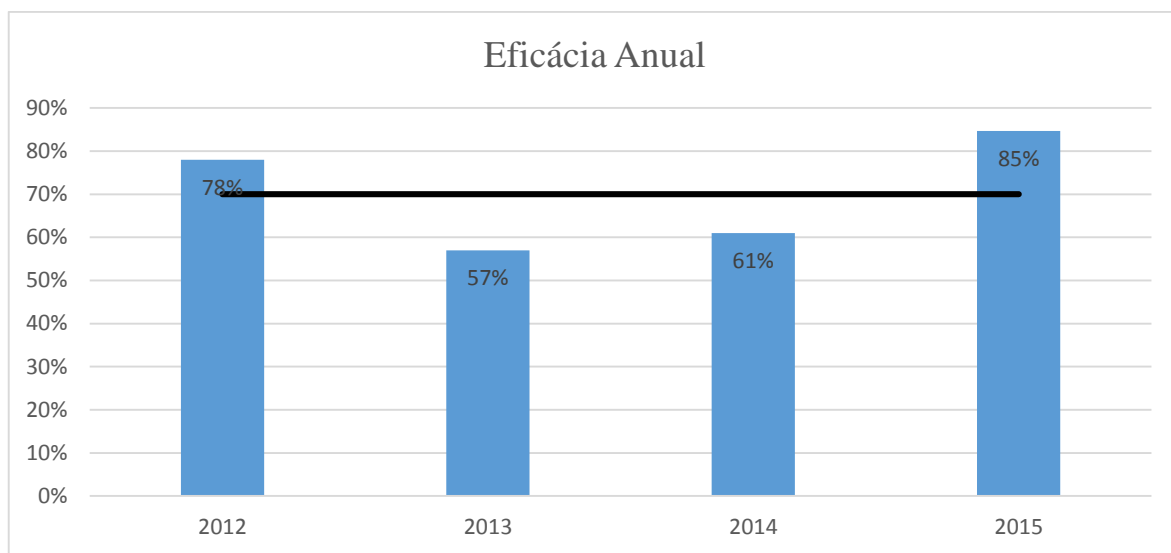


Gráfico 7 – Eficácia Anual após a implementação das melhorias

Analisando o gráfico 7 da eficácia anual, verifica-se uma clara subida em comparação aos anos anteriores, ultrapassando-se o objetivo estabelecido de 70%.

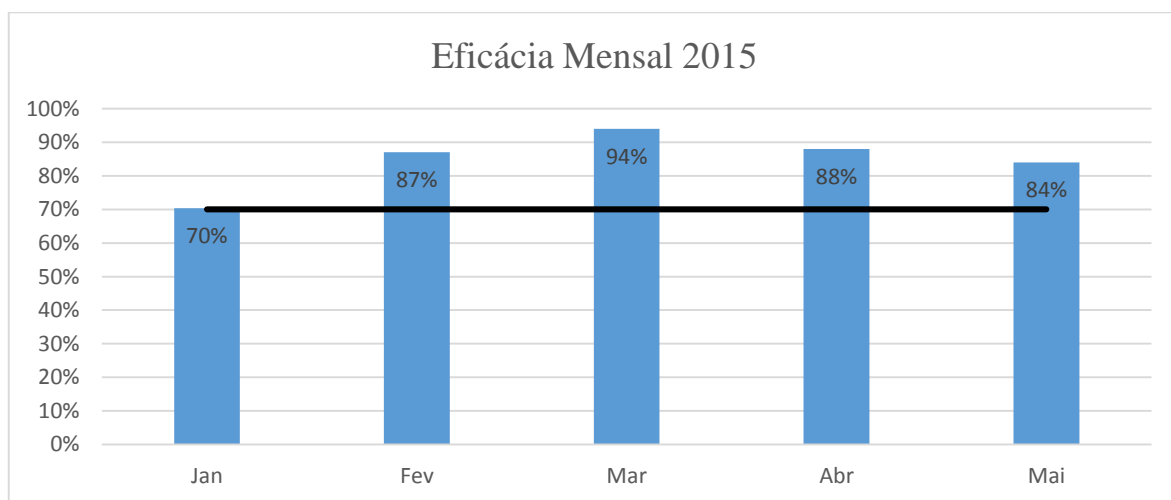


Gráfico 8 – Eficácia mensal após a implementação de melhorias

Analisando o gráfico 8 da eficácia mensal, verifica-se uma clara melhoria a partir de Janeiro o mês em que se começaram a realizar ações de melhoria na linha. Apesar da eficácia decrescer a partir

de Abril, esta mantém-se sempre acima do objetivo. Com a subida da eficácia conclui-se que a produtividade real (ton/h) se aproxima da produtividade teórica (ton/h), verificando-se que o processo tornou-se mais estável permitindo obter produtividades reais mais próximas das teóricas.

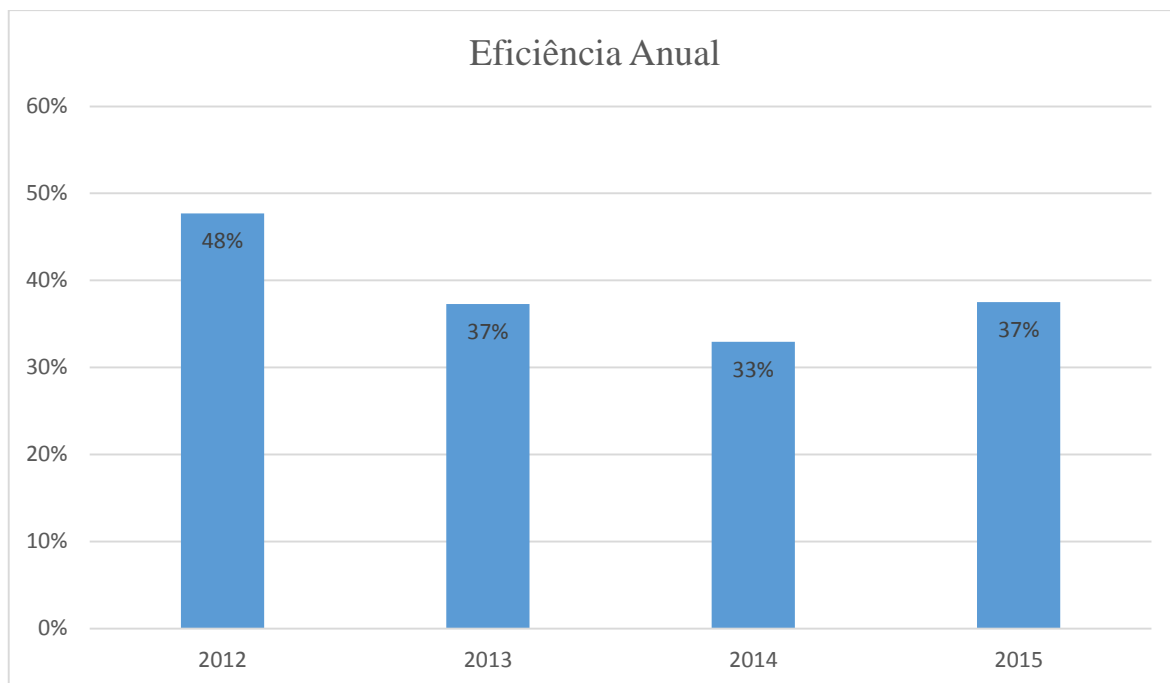


Gráfico 9 - Eficiência anual após a implementação das melhorias

Relativamente ao gráfico 9 observa-se um ligeiro crescimento da eficiência anual em 2015, quando comparado com o ano anterior, e espera-se que até ao final do ano o crescimento continue.

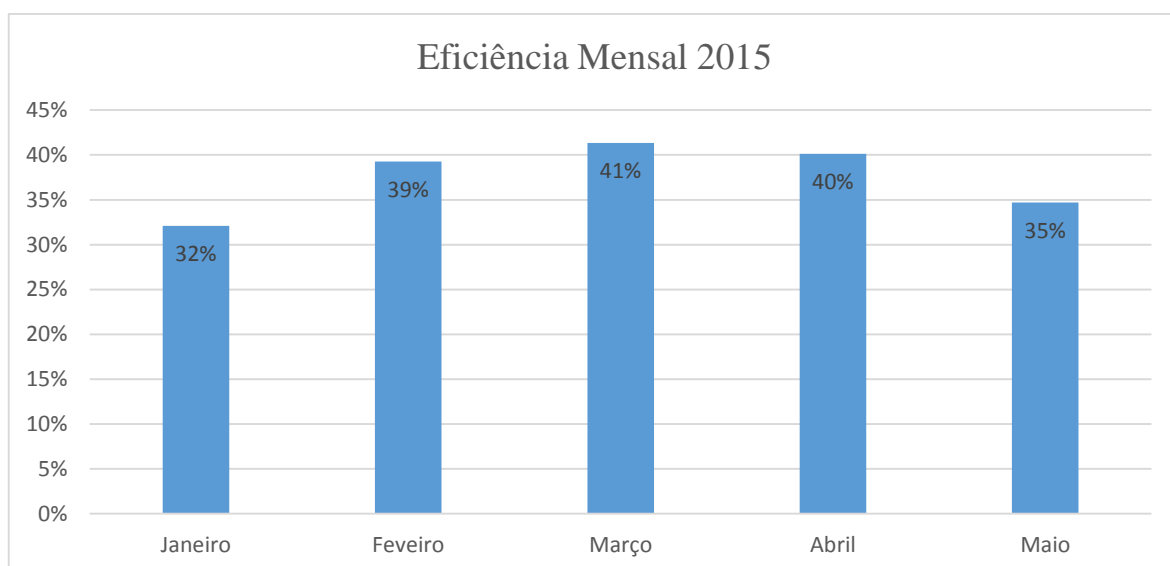


Gráfico 10 - Eficiência mensal após a implementação das melhorias

No entanto analisando o gráfico 10 da eficiência mensal verifica-se uma clara subida no mês de Fevereiro, sendo que a partir de Abril verifica-se um o decréscimo da eficiência. Verifica-se ainda que a eficiência mensal apesar de ter valores baixos não sofre grandes variações ao longo dos meses.

Analisando conjuntamente a eficácia e a eficiência mensal pode-se concluir o seguinte: a realização deste projeto teve o foco em dois M's, o da mão-de-obra e o do método, no entanto é essencial perceber que os dois outros M's, o da máquina e o do material, são igualmente importantes. Um exemplo notório é verificado nos gráficos 8 e 10, onde se verifica uma subida do mês de Fevereiro para Março, que se deve ao facto de na última semana de Fevereiro a linha ter realizado manutenção preventiva, refletindo-se no mês de Março. Nos meses seguintes tanto a eficácia como a eficiência decrescem devido a paragens principalmente derivados de problemas de máquina.

Relativamente aos tempos de *setup*, no gráfico 11 verifica-se ainda uma grande variedade de tempos de *setup* entre os meses de Janeiro e Março.

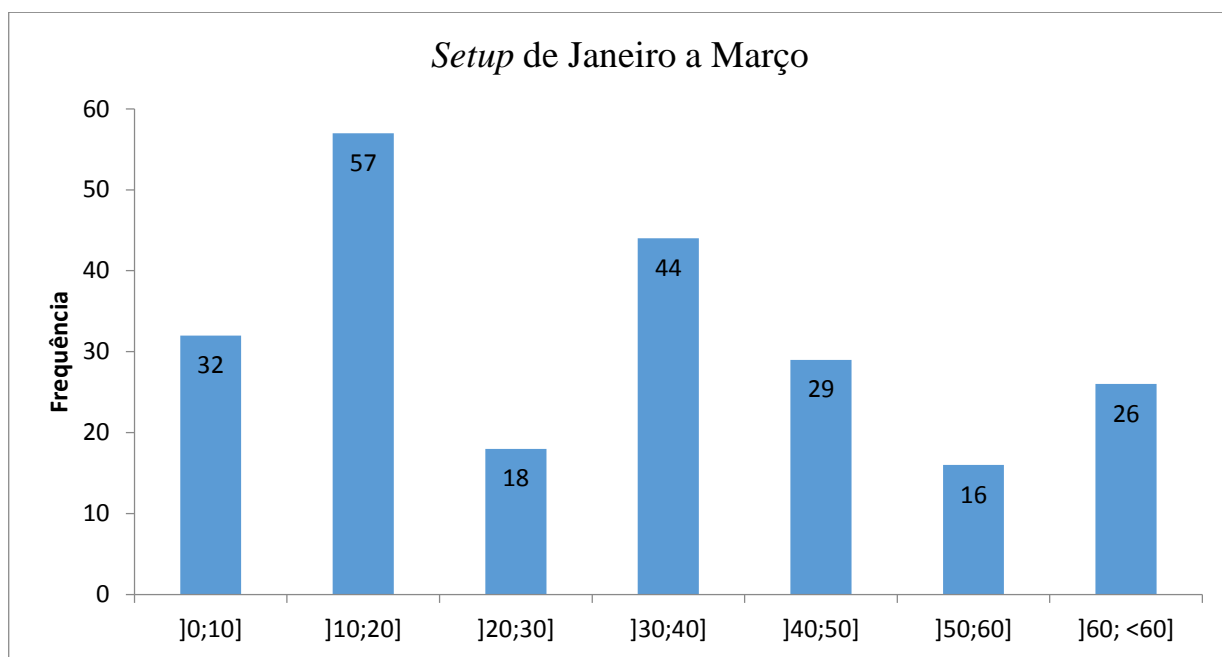


Gráfico 11 - Intervalo de tempos de *Setup* de Janeiro a Março de 2015

Após a introdução das novas folhas de produção, da nova matriz de limpeza do misturador, dos *kanbans* e da análise do KSMED e consequente redistribuição de tarefas, verificou-se uma melhoria significativa no tempo de *setup* (gráfico 12).

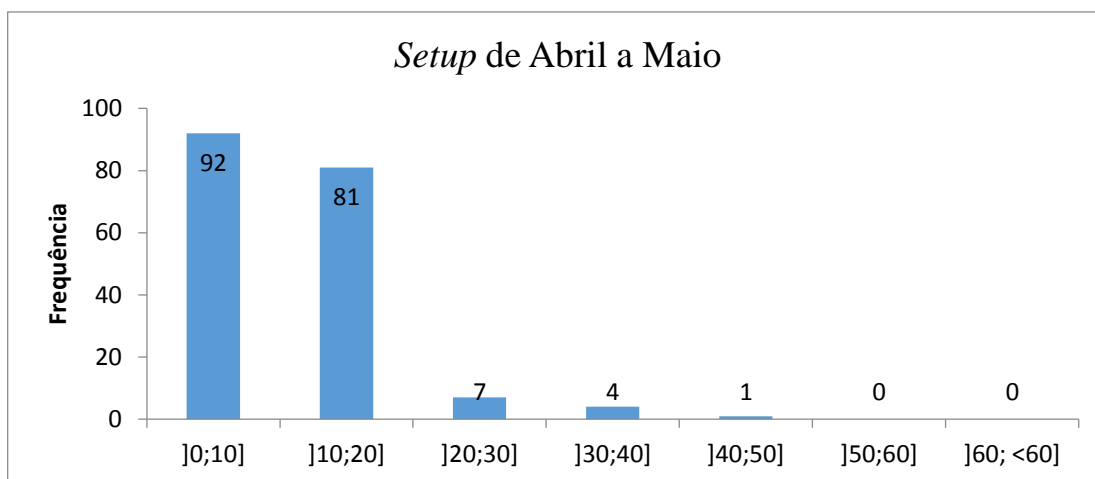


Gráfico 12 - Intervalo de tempos de Setup de Abril a Maio de 2015

A variabilidade no *setup* teve um decrescimento significativo concentrando-se nos intervalos de]0;10] e]10;20] minutos.

O tempo médio de *setup* de 2014 era de 00:32 (hh:mm) e no mês de Abril e Maio passou a ser em média de 00:14.

Para perceber melhor o impacto das melhorias da matriz limpeza do misturador, dos *kanbans* e da redistribuição de tarefas no tempo de setup, simulou-se um mês antes e depois destas melhorias (tabela 7).

Tabela 7 – Simulação de um mês antes e depois das melhorias

<u>Antes</u>		<u>Depois</u>	
Da matriz	Dos Kanbans e redistribuição das tarefas	Da matriz	Dos Kanbans e redistribuição das tarefas
Total de tempo mensal a limpar misturador de 11:02:30 (hh:mm:ss)	Tempo total de espera: 34:23:36 (hh:mm:ss)	Total de tempo mensal a limpar o misturador de 8:36:30 (hh:mm:ss)	Tempo total de espera: 02:41:40 (hh:mm:ss)
Poupança mensal de 34:08:16 (hh:mm:ss), que em euros corresponde a uma poupança de 1953,45€			

Analisando dos resultados de forma geral é necessário salientar que algumas ações de melhorias foram implementadas na fase final do estágio, não permitindo que os operadores interiorizassem alguns processos e conceitos a 100%, com o tempo espera-se que estes os tornem em processos

rotineiros, permitindo que a eficácia aumente e consequentemente a variabilidade diminua, obtendo assim processos estáveis. Espera-se ainda que a percentagens de paragens devido a “espera de mistura” tenda a ser zero e que apesar de a variabilidade dos tempos de *setup* ter diminuído se continue a trabalhar para que estes sejam cada vez menores e com poucas variações nas trocas de diferentes produtos. Através da organização da zona de trabalho, da padronização dos métodos de trabalho, da redução de tempos de espera e de *setup* tornou-se a linha de produção de argamassas em pó mais estável e flexível para acompanhar as alterações de mercado.

5. Conclusões

Tendo em consideração as rápidas mudanças do mercado, torna-se de grande importância as empresas seguirem filosofias como a filosofia *Lean* que lhes permitam criar valor para o cliente, eliminando desperdícios.

Nesse sentido surgiu a necessidade das empresas procurarem estabilidade nos seus processos. No caso deste projeto, procurou-se melhorar a estabilidade na linha de produção de argamassas em pó, de modo a torná-la flexível e capacitada para responder com prontidão às alterações de mercado. Pode-se concluir que apesar de o projeto ter tido um maior foco nos M's do Método e da Mão-de-Obra, foi possível melhorar a eficácia da linha. Contudo, ter-se-ia alcançado melhores resultados se o projeto também fosse dedicado aos M's da Máquina e do Material, que são de grande importância para o sistema, sendo difícil criar uma linha estável sem eles. É importante salientar que só com melhorias contínuas na linha é possível manter e melhorar a estabilidade da mesma.

Ao longo do projeto a maior dificuldade sentida foi a nível de tempo, fez com que algumas melhorias fossem implementadas tardiamente e não se obtivesse melhorias tão acentuadas como se pretendia.

Para alcançar o sucesso do projeto foi necessária a compreensão e ajuda de todos os colaboradores, sendo que um projeto como este de melhoria continua apenas será bem-sucedido com o apoio e intervenção de todas as partes interessadas.

De modo geral os objetivos propostos foram cumpridos conseguindo-se melhorar a estabilidade da linha de produção de argamassas em pó. No entanto, como referido anteriormente, é possível aumentar a sua estabilidade, para isso é necessário ter em mente que todos os dias surgem novos problemas e que todos os dias se tem de trabalhar para os combater, sendo uma contante procura pela melhoria continua.

6. Referências bibliográficas

Chiarini, A., & Vagnoni, E. (2015). *World-class manufacturing by Fiat . Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management , Management Accounting , Operations Management and Performance Measurement dimension*, (January), 37–41.

Dogan, O. I. (2013). *The Impact on the Operational Performance of World Class Manufacturing Strategies : Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 3(8), 141–149.

Jayaram, J., Das, A., & Nicolae, M. (2010). *Looking beyond the obvious: Unraveling the Toyota production system. International Journal of Production Economics*, 128(1), 280–291.

Liker, Jeffrey K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw Hill

Liker, Jeffrey K. e Meier, David. (2006) *The Toyota Way Fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. New York: McGraw Hill.

Nicholas, John M. (1998). *Competitive manufacturing management: Continuous improvement, Lean Production and customer-focused quality*. Singapore: The McGraw-Hill Companies.

Ohno, Taiichi (1988). *Toyota Production System: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.

Pereira, Zulema Lopes e Requeijo, José Gomes. (2008) *Qualidade: Planeamento e controlo estatístico dos processos*. Lisboa: Prefácio.

Rother, Mike e Shook, Jonh (2009). *Learning to see: Value-Stream Mapping to create value and eliminate Muda*. pp. 1-2. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.

Schmidtke, D., Heiser, U., & Hinrichsen, O. (2014). *A simulation-enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments*. *International Journal of Production Research*, (May 2015), 1–15.

Schonberger, Richard J. (1986). *World Class Manufacturing*. The Free Press, New York.

Silva, L., Kovalski, J., Gaia, S., Garcia, M., & Júnior, P. (2013). *Cost Deployment Tool for Technological Innovation of World Class Manufacturing. Journal of Transportation Technologies*, 2013(January), 17–23.

Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2004). *A3 Reports : Tool for Process Improvement*.

Stevenson, William L. (2005) *Operations management*. Ed. 8. pp. New York. The McGraw-Hill Companies, Inc.



Suzaki, Kiyoshi (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para Melhoria Continua*. Mansores, Leanop.

The Productivity Press Development Team (2002). *Kanban for shopfloor*. New York: Productivity Press.

Womack, James P. e Jones, Daniel T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, Simon & Schuster, Inc.

Anexos

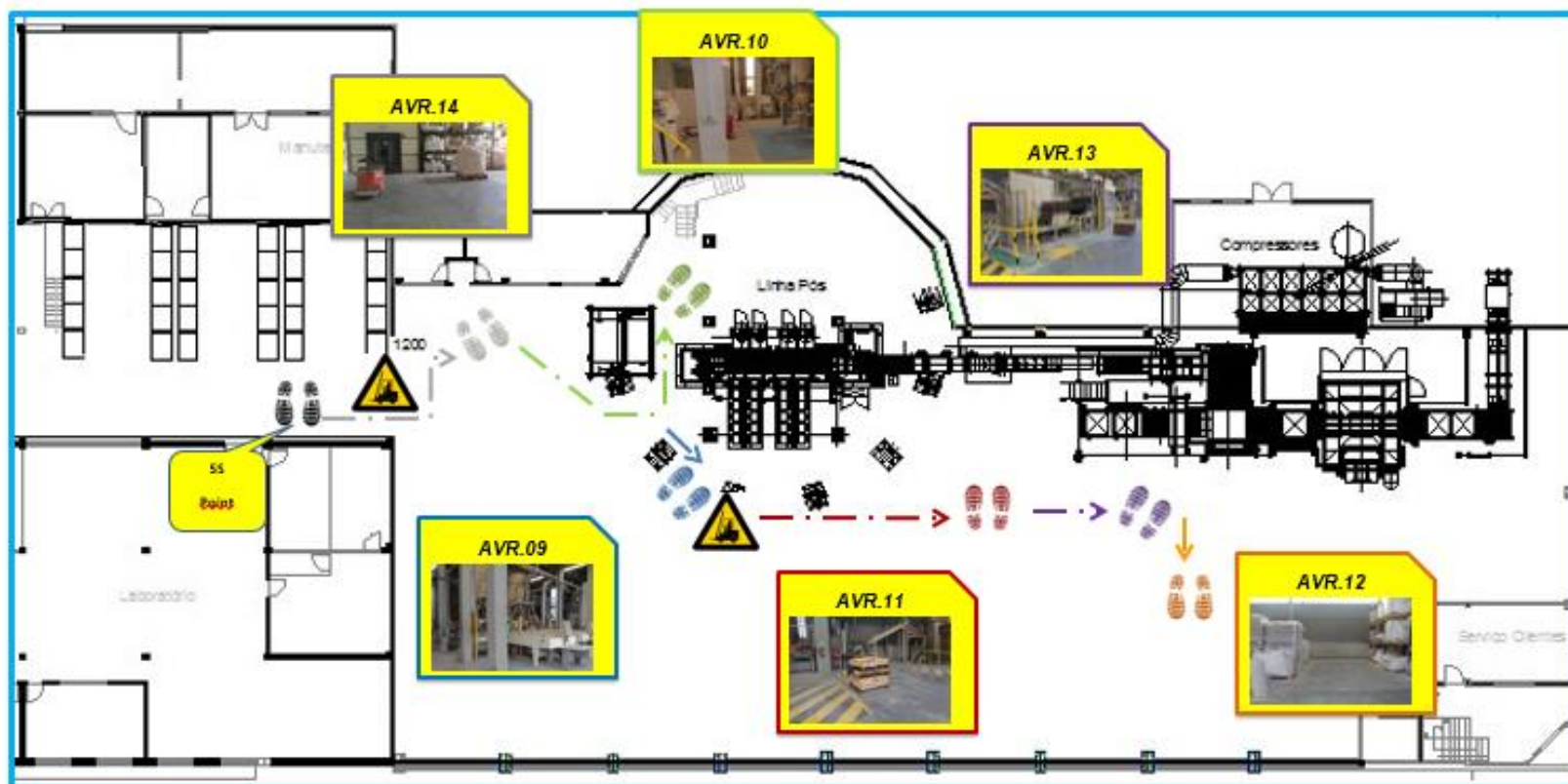
Anexo A : Controlo diário 5S

		CONTROLO DIÁRIO 5S <small>MOD. WCM.033/00</small>		Actualizado por:																											
O quê :				Onde :		Quando :																									
20																															
19																															
18																															
17																															
16																															
15																															
14																															
13																															
12																															
11																															
10																															
9																															
8																															
7																															
6																															
5																															
4																															
3																															
2																															
1																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Tempo de verificação deste padrão (segundos):																															
Objectivo																															
Real																															

Anexo B: Verificação de 5S



5S – Linha de Pós



Anexo C: Folha de produção antiga da linha de pós

MAPA DIÁRIO DE RESUMO DA PRODUÇÃO – PRODUTO ENSACADO MOD. P4.003 / 91

Centro de Produção: Aveiro ☒ Carregado ☐ Ourém ☐ Turno / Linha: 20 Data Produção: 16/03/15

PRODUTO	HORÁRIO		ENSACADORA 1		ENSACADORA 2		ENSACADORA 3		ENSACADORA 4		SACOS ROTOS		OPERADOR
	Início	Fim	Nº de Sacos	Quantidade (kg)	Nº de Sacos	Quantidade (kg)	Nº de Sacos	Quantidade (kg)	Nº de Sacos	Quantidade (kg)	SRRP*	SPR**	
Plus C2	6:25	07:10	93	2325	100	2501	114	2852	95	2376		3	Paulo
Nº sacos	406												
4 sacos lixo													
OUTRAS INFORMAÇÕES 15 M LIMPAR MÁQUINAS & LIMPAR FILTROS E COLOCAR SACOS 10 M GINÁSTICA											CHEFE DE EQUIPA		

* SRRP- Sacos Rotos Recuperados na Produção ** SPR- Sacos Para Reciclar

REGISTO DOS TEMPOS DE PARAGENS			
Limpeza do Misturador		Parados por avaria	
Limpeza Fim de Linha		Parados para arrumações	
Limpeza Geral Parte Fabril		Enchimento de Tolvas	
Parados por falta de espaço no parque		Parados para mudar o filme	
Parados por Falta de M.P.		Parados para mudar a manga	
Parados para contagem		Parados para refazer paletes	
Parados espera Controlo Qualidade		Tempos de produção piloto	
		Tempo de atar Big-Bag	
		Tempos de falha do operador	
		Outros Motivos:	

SAINT-GOBAIN

Folha de registo da linha dos Pós

TESTE

Data: _____

Produto	Saco (S) Big Bag (B)	Nº de misturas	Ensacadora 1		Ensacadora 2		Ensacadora 3		Ensacadora 4		Material Reciclado / Recuperado	Stock Produção	Sacos CQ	Sacos Lixo	Sacos para recuperar
			Nº	Kg	Nº	Kg	Nº	Kg	Nº	Kg					

Observações:

Anexo E: Folha de paragens de produção

[illegible]

Anexo F:Matriz da limpeza do misturador

	Classic Plus CINZA	Col Classic CINZA	Col Flex L CINZA	Col Flex M CINZA	Col Flex S CINZA	Col Rapid Field	Therm 406 BRANCO	Therm 406 CINZA	Therm 410	Therm Flex P	Therm Pro	Tec AMS Flex	Tec Glass	Tec Groat	Tec Nozzle	Tec Rapid	Tec Refract	Tec Supergroat	Dry IP BRANCO	Dry IP CINZA	Dry S&S CINZA	Classic Plus BRANCO	Col Classic BRANCO	Col Flex L BRANCO	Col Flex M BRANCO	Col Flex S BRANCO	Col Flex XL	Floor Base	Floor Base Rapid	Floor Rep	Rev Classic	Rev Dur	Rev IP CINZA	Rev Resoltec CINZA	Col chapisco	Col classic	Col dur	Mixt CINZA	Mixt Top Fill	Prim Chapisco	Leve UNO			
Classic Plus CINZA		A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C		
Col Classic CINZA	A		A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Flex L CINZA	B	B		B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Flex M CINZA	C	B	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Flex S CINZA	A	A	A	A		B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Rapid Field	C	B	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Therm 406 BRANCO	B	B	B	B	B	B		A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C		
Therm 406 CINZA	B	B	B	B	B	B	C		A	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C		
Therm 410	B	B	B	B	B	B	C	B		A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C		
Therm Flex P	B	B	B	B	B	B	C	B	B		A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Therm Pro	B	B	B	B	B	B	C	B	A	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Therm Plus	B	B	B	B	B	B	C	B	B	C	B		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C		
Tec AMS Flex	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Tec Glass	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Tec Groat		C											C	C								C							C	C	C									C	C			
Tec Nozzle		C											C	C								C							C	C	C									C	C			
Tec Rapid		B											C	C	C	C						C																		C	C			
Tec Refract		C											C	C	C	C	C					C																		B	C			
Tec Supergroat	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		
Dry IP BRANCO	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	
Dry IP CINZA	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B		B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	
Dry SG CINZA	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C
Classic plus BRANCO	A	A	A	A	A	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		A	B	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Classic BRANCO	A	A	A	A	A	C	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A		A	B	A	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Flex L BRANCO	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B		B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	
Col Flex M BRANCO	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Col Flex S BRANCO	A	A	A	A	A	C	B	B	B	B	B	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	A	B	C	C	
Col Flex XL	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	
Floor Base		C																			C																			C	B			
Floor Base Rapid		C																			C																				C	B		
Floor Rep		C																			C																					C	B	
Rev Classic	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C								B	B	B	B	B	B	
Rev Dur	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	C							C	C	C	B	B	B	B
Rev IP CINZA	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B								B	B	B	B	B	B	
Rev Resoltec CINZA	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B							B	B	B	B	B	B	
Col chapisco	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Col classic	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B		C	C	C
Col dur	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B		C	C	C
Mixt CINZA	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Mixt Top Fill	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Prim Chapisco	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Leve UNO	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	